

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена»

На правах рукописи

Сырых Людмила Сергеевна

«Классификация озер Восточно-Европейской равнины по типу
седиментогенеза»

Специальность: 1.6.14 Геоморфология и палеогеография

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель
доктор географических наук,
Д.А. Субетто

Санкт-Петербург

2024

Содержание

Введение	3
Глава 1. Палеолимнологические исследования озер Восточно-Европейской равнины.....	10
1.1. Современные природные условия как результат климатических изменений в позднем неоплейстоцене и голоцене	10
1.2. Распределение озер Восточно-Европейской равнины	22
1.3. Особенности формирования донных отложений озер	26
1.4. Изученность процесса осадконакопления в озерах.....	29
1.5. О принципах систематизации озер.....	34
Глава 2. Методы исследования. Разработка и создание базы данных PaleoLake	41
2.1. Методы сбора, обработки и анализа фактического материала	41
2.2. Анализ палеолимнологической базы данных	49
Глава 3. Динамика седиментогенеза в неоплейстоцене и голоцене.....	61
3.1. Седиментогенез в озерах Восточно-Европейской равнины	62
3.2. Типы седиментогенеза.....	66
3.3. Классы озер по типам седиментогенеза	70
Глава 4. Реконструкция природно-климатических условий формирования и развития некоторых озер	75
4.1. Географическое положение исследуемых озер	75
4.2. Природно-климатические условия седиментогенеза озер класса 1 ..	79
4.3. Природно-климатические условия седиментогенеза озер класса 3 ..	84
Заключение.....	101
Список сокращений	106
Список литературы.....	107
Приложение 1	134
Приложение 2	158
Приложение 3	159
Приложение 4	165
Приложение 5	166

Введение

Актуальность исследования

Озерный седиментогенез, как комплексный показатель развития озерной экосистемы во времени и в пространстве, отражает внутренние процессы в озере и взаимодействие его экосистемы с окружающим ландшафтом. Наиболее детально процесс формирования донных отложений озер рассматривается в палеолимнологии, где анализируются пространственно-временные изменения природных условий и их причины. Исследования донных отложений озер на Восточно-Европейской равнине (ВЕР) имеют более чем вековую историю. Становление палеолимнологии как науки происходит с 60-х гг. XX в. К настоящему времени собран большой объем научной информации о строении озерных донных отложений, особенностях их формирования, о генезисе и развитии озер в прошлом. На сегодняшний день актуален вопрос систематизации накопленных данных.

Классификация широко применяется для обобщения, структурирования и анализа большого объема информации. Озера классифицируются на основе морфометрических (площадь, глубина, форма), генетических (происхождение котловины), химических (химический состав воды и донных отложений), физических (температурная стратификация, перемешивание вод), экологических (трофность, продуктивность) параметров, а комплексные классификации учитывают несколько показателей в совокупности.

Существуют локальные классификации и типологии озер, которые берут за основу гранулометрический или химический состав донных отложений. Особенности озерного накопления, как единого типологического показателя, предложил использовать Л.Л. Россолимо (1976). Он рассматривал озерное накопление независимо от характера озера и его географического положения, а также не учитывал параметр времени в

формировании донных отложений. При этом процесс формирования донных отложений динамичен на протяжении всего существования водоема и зависит от изменения природно-климатических обстановок.

Комплексный подход исследования донных отложений, включая структуру, (географическое) распространение и возраст позволит в полной мере оценить характер озерного седиментогенеза на территории Восточно-Европейской равнины.

Целью диссертационного исследования является разработка классификации озер Восточно-Европейской равнины по типам седиментогенеза.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– сформировать электронную базу данных озер Восточно-Европейской равнины на основе систематизации имеющихся палеолимнологических данных за период с 60-х гг. XX века по настоящее время, дополненную материалами, полученными автором;

– выявить основные типы седиментогенеза в озерах Восточно-Европейской равнины;

– выполнить реконструкцию природно-климатических условий некоторых озер ВЕР в конце неоплейстоцена и в голоцене на основе литостратиграфического и хирономидного анализа донных отложений

Объект исследования – донные отложения озёр Восточно-Европейской равнины.

Предмет исследования – пространственно-временные особенности озерного осадконакопления Восточно-Европейской равнины в конце неоплейстоцена и в голоцене.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Электронная база палеолимнологических данных Восточно-Европейской равнины, созданная на основе опубликованных и авторских

материалов, позволила оценить изученность озерного седиментогенеза Восточно-Европейской равнины и разработать классификацию озер.

2. Разработана классификация озер по типам седиментогенеза, выделенным на основе различий в литологическом строении отложений и их мощности: 1-й класс озер представлен глубоководными крупными озерами с преобладанием минерагенного типа осадконакопления; 2-й класс озер представлен изоляционными бассейнами, сформировавшимися в зонах морских и озерных трансгрессий и регрессий, для которых характерно наличие минерагенных отложений в основании разреза осадков, переходного горизонта и толщи органических отложений (гиттия); 3-й класс включает озера, расположенные вне трансгрессивно-регрессивных зон, донные отложения которых представлены преимущественно органическими осадками.

3. Разнообразие озерного осадконакопления в голоцене на территории Восточно-Европейской равнины обусловлено переходом от унифицированной природно-климатической системы позднего неоплейстоцена к дифференцированной природной среде голоцена, что установлено с помощью литостратиграфического и хирономидного анализов донных отложений озер.

Научная новизна

Впервые:

- создана электронная база данных PaleoLake на основе сбора и обработки обширных опубликованных и авторских данных по палеолимнологически изученным озерам Восточно-Европейской равнины;
- выделено три типа седиментогенеза озер Восточно-Европейской равнины – минерагенный, минерагенно-органический и органический, отличающиеся соотношением мощности горизонтов и литологическими особенностями;

- разработана классификация озер Восточно-Европейской равнины по выделенным типам седиментогенеза;
- выполнена реконструкция палеоэкологических условий для ряда озер Восточно-Европейской равнины с конца позднего неоплейстоцена и голоцена на основе литостратиграфического и хирономидного анализа донных отложений.

Личный вклад автора состоит в формулировании цели и задач исследования, в сборе и обработке опубликованных материалов. В участии в экспедициях, сборе полевого материала и в его аналитической обработке. Автором разработана структура и создана электронная палеолимнологическая база данных PaleoLake. Фактический материал, собранный в ходе полевых работ в период 2011–2020 гг., был обработан и проанализирован во время стажировок в отделе Исследований полярных наземных экосистем Института полярных и морских исследований им. А. Вегенера, Потсдам, Германия (2013–2019 гг.) и на кафедре географии в Ньюкаслском университете, Великобритания (2019). Разрезы донных отложений были исследованы автором палеолимнологическими методами: литологический (54 колонки донных отложений), хирономидный анализы (640 проб), анализ потери массы при прокаливании (56 проб). Полученные результаты дополнили базу данных PaleoLake. Анализ субфоссильных сообществ хирономид выполнен для образцов донных отложений некоторых озер, расположенных в разных регионах Европейской части России, а также Сибири, Дальнего Востока и Республики Монголия. Полученные результаты послужили основой для качественной и количественной реконструкций палеоэкологических условий с применением методов мультивариационной статистики и современных специализированных программ C2 версия 7, CANOCO 5.0 и Past 3.15.

Теоретическая и практическая значимость заключается в разработке и развитии теории озерного осадконакопления в гумидной зоне.

Авторская база данных PaleoLake применяется для пространственно-временного анализа в палеогеографических исследованиях и для реконструкций развития природно-климатических обстановок прошлого. Разработанная классификация озер на основе типов седиментогенеза может быть использована в процессе планирования исследований и экспедиционных работ, а также для прогнозирования развития озерных экосистем в будущем в рамках мониторинга окружающей среды. Собранные в ходе работы материалы используются в учебном процессе, при обучении студентов и аспирантов естественно-научных специальностей.

Степень достоверности и апробация исследования:

Достоверность полученных результатов исследования обеспечена применением комплексного палеолимнологического подхода. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях: «Международная научно-практическая конференция LXIV Герценовские чтения, посвященной памяти А.М. Алпатьева» (Санкт-Петербург, 2011); Ежегодная научно-практическая конференция «Экологическое равновесие: антропогенное вмешательство в круговорот воды в биосфере» (Пушкин, Ленинградская обл., 2011); IV Международная научная конференция «Озерные экосистемы: Биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды» (Минск, Белоруссия, 2011); Международная научно-практическая конференция «Ресурсно-экологические проблемы Волжского бассейна» (Владимир, 2011); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Биологический мониторинг природно-техногенных систем» (Киров, 2011); IX семинар молодых учёных вузов, объединяемых советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: «Общие и методические проблемы эрозии- и русловедения» (Волгоград 2012); IV Всероссийская научная конференция с международным участием «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения»

(Апатиты, 2012); Международная научно-практическая конференция «Современные направления теоретических и прикладных исследований» (Одесса, 2013); Международная конференция, «II PAST Gateways INTERNATIONAL CONFERENCE AND WORKSHOP» (Триест, Италия, 2014), International Symposium on Chironomidae (Ческе-Будовице, Чехия, 2014; Тренто, Италия, 2017); Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода: «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований» (Краснодар, 2015; Иркутск, 2017); XIV Международный семинар «Геология, геоэкология, эволюционная география» (Санкт-Петербург, 2015); The European Geoscience Union General Assembly (Вена, Австрия, 2014, 2016, 2019, 2022); Международная конференция и школа молодых ученых «Палеолимнология Северной Евразии» (Петрозаводск, 2014; Якутск, 2016; Казань, 2018; Санкт-Петербург, 2022); 33rd Congress of the International Society of Limnology (Лангоу, Китай 2016); Lateglacial-Interglacial transition: glaciotectonic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion (Петрозаводск, 2018); DIMA (Developing Innovative Multi-proxy Analysis) Summer school in palaeoenvironmental techniques (Томск, 2018; Саутгемптон, Великобритания, 2019, 2021); The 16th East Eurasia International Workshop (Улан-Батор, Монголия, 2019), 2nd International Conference on ‘Processes and Palaeoenvironmental changes in the Arctic: from past to present (PalaeoArc)’ (Пиза, Италия 2021); IPA-IAL (International paleolimnological association – International Association of Limnology) Joint Meeting (Стокгольм, Швеция, 2018; Барилоче, Аргентина, 2022) ; Всероссийской конференции «Каспий в плейстоцене и голоцене: эволюция природной среды и человек» и школе молодых ученых, (Волгоград, 2023); XI Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция «Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие»

(Санкт-Петербург, 2023); на семинаре отдела палеогеографии четвертичного периода ИГ РАН (Москва, 2023).

Публикации: По материалам диссертации опубликовано 28 статей: из них в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ – 19, в изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных – 9; 2 – в научных изданиях и более 50 работ – в сборниках материалов конференций. Зарегистрирована База палеолимнологических данных PaleoLake (Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014621070 от 31.07.14).

Благодарности:

Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, д.г.н. Дмитрию Александровичу Субетто за помощь в организации и проведении научных исследований и за конструктивное обсуждение результатов; доценту, к.г.н. Фирсенковой Вере Марковне и всем сотрудникам кафедры физической географии и природопользования факультета географии РГПУ им. А. И. Герцена за неоценимую помощь и поддержку. Отдельная благодарность к.б.н. Назаровой Ларисе Борисовне (Казанский (Волжский) Федеральный университет) за бесценный опыт и помощь. Автор благодарит коллег из СПбГУ, ААНИИ, КФУ (Казань), Северо-Восточного федерального университета (Якутск), ИВПС КарНЦ РАН (Петрозаводск), ИМКЭС СО РАН (Томск), Института геологии КНЦ РАН (Апатиты) за многолетнее разноплановое сотрудничество. Особую признательность автор выражает Карицкой Т.В. за ценные советы и замечания.

Объем и структура работы. Работа состоит из введения, 4-х глав и заключения. Объем работы составляет 170 страниц, включая 8 таблиц, 51 рисунок; 5 приложений. Библиографический список включает 215 наименований, в том числе 92 на иностранном языке.

Глава 1. Палеолимнологические исследования озер Восточно-Европейской равнины

С севера на юг Восточно-Европейская равнина (ВЕР) простирается от Северного Ледовитого океана до Черного и Каспийского морей; с запада на восток – от Скандинавских гор до Урала (рис. 1.1). В работе рассматривается территория Восточно-Европейской равнины в пределах границ бывшего СССР.

1.1. Современные природные условия как результат климатических изменений в позднем неоплейстоцене и голоцене

Геологическое строение и рельеф. Восточно-Европейская равнина приурочена, в основном, к докембрийской Русской платформе. Её



Рис. 1.1 Границы Восточно-Европейской равнины (обозначены на карте пунктирной линией) (Большая Российская энциклопедия, 2006).

кристаллический фундамент перекрыт палеозой-мезозой-кайнозойским осадочным чехлом. Южная часть равнины сформировалась на эпигерцинской Скифской плите. складчатое основание Скифской плиты перекрыто мезо-кайнозойским осадочным чехлом. Блоковое строение фундамента определило формирование зон поднятий и опусканий, которые в разной степени отражаются в современном рельефе. На поднимающемся Балтийском кристаллическом щите (Карелия и Кольский полуостров), лишенном осадочного чехла, преобладают цокольные равнины на высотах 400–700 м. Пластовые равнины, приуроченные к опускающимся плитам, гипсометрически находятся ниже. В Балтийской и Московской синеклизах, окаймляющих Балтийский щит с юга, юго-востока и востока, мощность осадочного чехла достигает 3000–5000 м. К ним приурочены инверсионные возвышенные (300–400 м) пластово-денудационные (Валдайская, Северные Увалы и др.) и унаследованные низкие (100–200 м) аккумулятивные равнины (Бискэ, 1959; Мещеряков, 1972; Спиридонов, 1978; Кривцов, Водорезов, 2016; Щеглов, Громовик, 2017). На севере Русской плиты выделяется Тиманский кряж высотой до 471 м (Четласский Камень) и Печорская низменность, образовавшаяся в синеклизе между Тиманским кряжем и Уралом.

На юге протягиваются Украинский щит и серия антеклиз. Мощность осадочного чехла увеличивается к востоку от почти нулевых значений на Украинском щите, хотя он в основном перекрыт палеоген-неогеновыми толщами, до 3000 м. В этой зоне поднятий сформировались пластово-денудационные возвышенные равнины (Приазовская высотой до 324 м, Приднепровская – до 323 м, Среднерусская – до 293 м и др.). К югу от зоны поднятий находится зона опусканий, состоящая из нескольких синеклиз, к которым приурочены аккумулятивные Причерноморская, Приднепровская и Прикаспийская низменности. В Прикаспийской синеклизе мощность осадочного чехла достигает почти 20000 м.

К антеклизам Скифской плиты приурочены пластово-денудационные возвышенности, например, Ставропольская (до 831 м), а в Кумо-Манычской впадине образовались низменные аккумулятивные равнины (Мещеряков, 1972; Спиридонов, 1978).

Средняя высота ВЕР 150–170 м. Максимальная абсолютная высота 1191 м (г. Юдычвумчорр, Хибины), минимальная отметка –28 м на Прикаспийской низменности (Геология СССР, 1968).

Большое влияние на формирование современного рельефа оказало плейстоценовое оледенение. На территории ВЕР различают северную моренную и южную внеморенную области.

Северная, моренная область. Карелия и Кольский полуостров, входящих в зону развития четвертичных оледенений, являются областями ледникового сноса с типичными формами ледниковой денудации и экзарации (сельги, бараньи лбы) и мореной грубого механического состава небольшой мощности. Местами встречаются конечноморенные гряды и такие формы водноледникового рельефа, как озы и камы.

К югу и востоку от области ледниковой денудации располагаются области ледниковой аккумуляции. В зависимости от степени переработки ледникового рельефа эрозионными процессами в голоцене в зоне аккумуляции прослеживается несколько подзон. В северной подзоне, совпадающей с границами распространения Валдайского ледника, ледниковые формы рельефа мало затронуты эрозией. Здесь распространены холмистые равнины основной морены, беспорядочно разбросанные холмы конечноморенных гряд, песчаные зандровые равнины, озерно-ледниковые заболоченные низины. Особенностью подзоны является огромное количество небольших по площади озер.

В средней подзоне, в границах Московского ледника ледниковые формы рельефа переработаны перигляциальными и эрозионными процессами. На месте холмистых равнин возникли вторичные моренные

равнины, перекрытые покровными суглинками. Котловины заполнены делювием, а многие озера спущены. Они сохранились только в конечноморенных грядах.

В южной подзоне, в границах распространения Днепровского ледника ледниковые формы рельефа полностью переработаны эрозионными процессами. На водораздельных равнинах, перекрытых покровными и лессовидными суглинками, нет ледниковых озер. Они либо спущены, либо занесены делювием.

В южной, внemorенной области развит эрозионный овражно-балочный и долинно-балочный рельеф. Его формирование происходило по мере сокращения трансгрессивных бассейнов, начиная с мела, кроме Прикаспийской низменности, которая вышла в континентальный режим развития в четвертичное время. В этой области сформировались широкие речные долины с комплексом надпойменных террас. Склоны водоразделов испещрены балками и оврагами. На юго-западе коренные породы перекрыты лёссовыми покровами с многочисленными степными блюдцами. В северо-восточной части области, в Высоком Заволжье на поверхность выходят коренные породы, поэтому водораздельные склоны осложнены структурными террасами, а на их поверхностях прослеживаются останцы выветривания. Особенностью Высокого Заволжья является присутствие тяжелых засоленных грунтов – сыртовых глин. Отсутствие рыхлых отложений определяет незначительное развитие оврагов и степных западин. Прикаспийская низменность сложена с поверхности песчано-глинистыми морскими осадками четвертичного возраста. Низкое гипсометрическое положение и геологическая молодость определяют слабое расчленение равнины (Щеглов, Громовик, 2017).

В. И. Астахов (2020), помимо ледниковой и внеледниковой областей, выделяет на Русской равнине области южных морских трансгрессий (самая малая по площади) и северных морских трансгрессий.

В четвертичное время прослеживается несколько фаз аккумуляции и врезания, свидетельством которых служат речные, морские, озерные террасы. Большое влияние на формирование современного рельефа оказали также гляциоизостатические процессы. При отступании материковых льдов начиналось гляциоизостатическое поднятие или выравнивание земной коры.

Климат. Географическое положение и равнинный рельеф определяют особенности климата. ВЕР располагается в умеренном климатическом поясе за исключением узкой полосы на севере равнины, которая относится к субарктическому поясу с сезонной сменой господствующих воздушных масс от зимы к лету. Важной особенностью климата является сильно выраженное влияние Атлантики, которая оказывает смягчающее действие даже в юго-восточных районах, наиболее удаленных от путей атлантических циклонов. В результате этого температура зимних месяцев и влажность воздуха в пределах ВЕР выше по сравнению с Сибирью. Резкое усиление континентальности климата происходит в юго-восточном направлении, что обусловлено уменьшением повторяемости морского полярного воздуха и увеличением повторяемости континентального полярного воздуха.

Равнинный рельеф создает условия для свободного движения воздушных масс. Арктические воздушные массы иногда проникают до южных границ ВЕР, а континентальные тропические – до северного побережья. Через Урал переваливает континентальный полярный воздух из Сибири. В результате этого климат неустойчивый с частыми сменами типов погоды (Алисов, 1956; Раковская, Давыдова, 2001).

Следствием огромной протяженности ВЕР с севера на юг являются различия климата на севере и юге, поэтому выделяются две климатические области. В северной климатической области, расположенной к северу от оси Воейкова, господствует западный перенос. Здесь на западе выпадает 600–

700 мм осадков в год, а на востоке 500–600 мм. Зима холодная с температурой $-15...-20^{\circ}\text{C}$, снежный покров мощностью до 70 см лежит около 7 месяцев. На юго-западе области в январе температура около -10°C , а снежный покров мощностью до 30 см лежит 3–4 месяца. Лето везде прохладное, в среднем менее $+20^{\circ}\text{C}$, а на побережье Баренцева моря $+10^{\circ}\text{C}$. Здесь выделяют четыре климатических области с тундровым, лесотундровым, таежным типами климата и климатом смешанных лесов.

Южная климатическая область лежит в полосе высокого атмосферного давления и к югу от нее. Здесь уменьшается влияние западного переноса, и возрастает роль азорских антициклонов летом и сибирских антициклонов зимой. В таких антициклональных условиях влажные западные воздушные массы быстро трансформируются в континентальные. Зима здесь более короткая, чем на севере, и довольно теплая $-9 \dots 0^{\circ}\text{C}$. Снежный покров маломощный и лежит 2–3 месяца на юго-западе, до 4–5 месяцев на востоке. Часто бывают оттепели и гололедица. Лето теплое, а на юго-востоке жаркое с температурой в июле $+20 \dots +25^{\circ}\text{C}$. Годовая сумма осадков 500–300 мм, уменьшающаяся в юго-восточном направлении до 250–50 мм на Прикаспийской низменности. (Алисов, 1956; Мильков, Гвоздецкий, 1969; Раковская, Давыдова, 2001). В южной климатической области выражены лесостепной, степной, полупустынный и пустынный типы климата.

Внутренние воды. ВЕР богата поверхностными и подземными водами. Главный водораздел, проходящий по болотам Полесья, Белорусской, Валдайской возвышенностям и Северным Увалам, разделяет бассейны рек Северного Ледовитого и Атлантического океанов. На наиболее высокой части водораздела – Валдайской возвышенности находятся истоки Западной Двины, Днепра и Волги. Все реки относятся к типу рек преимущественно снегового питания с весенним половодьем. Зимой они замерзают. Изменения густоты речной сети, режима рек, степени

заозёрности и заболоченности подчинены широтной зональности (Соколов, 1964; Мильков, Гвоздецкий, 1969; Догановский, Малинин, 2004).

Реки, впадающие в Белое, Баренцево и Балтийское моря, многоводные, с относительно равномерным распределением стока в течение года. Большую роль в их питании наряду со снеговыми, играют дождевые и грунтовые воды. Самая длинная река в этой северной области избыточного увлажнения – Печора, впадающая в Баренцево море, имеет длину 1809 км, расход в устье 4100 м³/с. Бассейн реки площадью 322 тыс. км² расположен в зонах тундры, лесотундры и тайги. Северная Двина (с Сухоней) длиной 1310 км, расход 3420 м³/с. Бассейн площадью 357 тыс. км² расположен в зоне тайги. Река Нева, вытекающая из Ладожского озера и впадающая в Финский залив Балтийского моря, имеет длину всего 74 км, расход 2530 м³/с, но площадь ее бассейна составляет 281 тыс. км². Бассейн р. Невы находится в зонах тайги и смешанных лесов. Сток реки зарегулирован вследствие высокой степени заозёрности бассейна. Река Западная Двина, впадающая в Рижский залив Балтийского моря, имеет длину 1020 км, расход 678 м³/с, площадь бассейна почти 88 тыс. км². Бассейн Западной Двины расположен в зоне смешанных лесов. Наряду с весенним половодьем для реки характерны летне-осенние паводки. (Физико-географический атлас мира., 1964; Национальный атлас., 2019)

Большая часть ВЕР относится к бассейну р. Волги – самой крупной и многоводной реки равнины, впадающей в Каспийское море. Ее длина 3530 км, площадь бассейна 1360 тыс. км². Расход Волги у Волгограда 8060 м³/с, в устье – 7710 м³/с. Бассейн расположен почти во всех природных зонах, кроме тундры и лесотундры, поэтому режим реки и ее притоков разный. В юго-восточном направлении увеличивается доля снегового питания, высота и продолжительность половодья. Днепр, впадающий в Днепровский лиман Черного моря, длиной 2201 км, имеет расход 1700 м³/с. Бассейн реки площадью 504 тыс. км² находится в зоне смешанных лесов, лесостепной и

степной зонах. Дон берет начало на Среднерусской возвышенности и впадает в Таганрогский залив Азовского моря. Длина реки 1870 км. Бассейн р. Дон площадью 422 тыс. км² полностью находится в лесостепной и степной зонах, поэтому река маловодна с расходом 935 м³/с.

Озера распределяются по территории ВЕР крайне неравномерно. Они сосредоточены на хорошо увлажненном северо-западе равнины, и почти нет озер на сухом юго-востоке. По генезису озерных котловин различают ледниково-тектонические озера Карелии и Кольского полуострова (Имандра, Ладожское, Онежское и др.), моренные озера (Ильмень Чудское и др.), приуроченные к области распространения Валдайского ледника; пойменные и суффозионно-карстовые, расположенные за границами оледенения в условия эрозионного рельефа, и лиманные озера Причерноморской и Прикаспийской низменностей. Особенно много мелководных соленых озер на Прикаспийской низменности, которые летом превращаются в солончаки (Баранов, 1961).

Изменения глубины залегания и качества грунтовых вод подчинены широтной зональности. На ВЕР выделяют семь зон грунтовых вод. Четыре зоны находятся в областях распространения плейстоценовых ледников. Ультрапресные с большим содержанием гумуса надмерзлотные сезонные воды в тундре залегают на глубине 0–1,0 м. В области распространения Валдайского и Московского ледников глубина залегания грунтовых вод возрастает до 10 м, а в карстовых районах – до 20 м. Воды слабо минерализованы с повышенным содержанием железа. Здесь широко развиты сфагновые болота. В полосе Полесий также слабо минерализованные грунтовые воды залегают на глубине 0–3,0 м. Широко распространены переходные и низинные болота. В области распространения Днепровского ледника глубина грунтовых вод залегания 20 м. Воды также слабо минерализованы, но болот мало.

Три зоны выделяют во внеледниковых районах. В Высоком Заволжье, на Приволжской и Подольской возвышенностях, на юге Среднерусской возвышенности, грунтовые воды залегают на глубине больше 20 м. Это обусловлено выходами на поверхность коренных пород на больших площадях и небольшой мощностью четвертичных отложений, не имеющих сплошного распространения. Воды в целом слабо минерализованы. Минерализация увеличивается в местах распространения засоленных пород. Изредка здесь встречаются низинные болота. В районах распространения мощных покровов лёсса и лёссовидных суглинков глубина залегания грунтовых вод составляет 20–50 м. Минерализация возрастает до 3,0 мг/л и больше. Болота встречаются только в речных долинах. Сильно минерализованные (3,0–100 мг/л) грунтовые воды морских и аллювиально-дельтовых равнин Прикаспийской низменности залегают на глубине 5,0–10 м. (Мильков, Гвоздецкий, 1969)

Почвенно-растительный покров. Распределение почвенно-растительного покрова подчинено широтной зональности (Мильков, Гвоздецкий, 1969; Раковская, Давыдова, 2001).

В условиях арктического и субарктического типа климата распространена тундровая растительность на торфяно-глеевых почвах. В растительном покрове преобладают мхи, лишайники, ягодные кустарнички, встречается полярная ива (*Salix polaris*) и береза (*Betula nana*).

Узкая полоса лесотундры формируется в условиях умеренно континентального типа климата. К западу от Тиманского кряжа распространены лишайниковые и кустарничковые редколесья из березы извилистой, а на востоке ерниковые, зеленомошные, сфагновые и лишайниковые редколесья, образованные сибирской елью (*Picea obovata*) с примесью лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii*) и березы извилистой (*Betula tortuosa*). Редколесья чередуются с ерниковыми тундрами и сфагновыми болотами. Сочетание тундровых и лесных сообществ

определяет переходный характер почв. Здесь распространены и типичные тундровые, и глеево-подзолистые почвы, характерные для северной тайги.

Основную площадь ВЕР занимает лесная растительность, представленная темнохвойной тайгой, состоящей из ели обыкновенной (*Picea abies*) и ели сибирской (*P. obovata*) с участием березы бородавчатой (*Betula verrucosa*) и тополя дрожащего (*Populus tremula*) или осины. В темнохвойных лесах слабо развит кустарниковый и травяной покров и широко распространены сфагновые болота.

При движении с севера на юг растительность в таежной зоне меняется. На севере, где короткое и холодное лето, растут низкорослые разреженные леса с примесью березы на глеево-подзолистых и подзолистых иллювиально-гумусовых почвах. Широко распространены болота и болотно-подзолистые почвы. В типичных условиях древостой сомкнутый, березы нет, господствуют ельники-черничники-зеленомошники на подзолистых почвах. На юге преобладают ельники-кисличники, появляются сложные ельники и сосняки, произрастающие на дерново-подзолистых почвах. В южной тайге распространены массивы осиновых и березовых лесов и встречаются виды, характерные для широколиственных лесов, например, липа (*Tilia*), вяз (*Ulmus*), орешник (*Corylus*).

Тайга сменяется зоной смешанных лесов, произрастающих в условиях климата смешанных лесов. Основными лесообразующими породами являются сосна, ель и дуб (*Quercus*). На западе зоны растет граб (*Carpinus*), тис (*Taxus*), бук (*Fagus*). Под смешанными лесами сформировались дерново-подзолистые почвы.

Лесостепь является основной растительной зоной на ВЕР, занимающей обширные территории. Лесостепь развита в условиях лесостепного типа климата и расчлененного рельефа. Леса, в основном дубравы, произрастают, как на водораздельных поверхностях (нагорные дубравы), так и в эрозионных формах (байрачные леса). Под дубравами

сформировались серые лесные почвы. Разнотравные степи отличаются высокой видовой насыщенностью и сплошным задернением. Они произрастают на типичных и выщелоченных черноземах, материнской породой для которых являются лёссовидные суглинки и лёссы.

Степи развиты в условиях степного типа климата и равнинного рельефа. В растительном покрове степной зоны преобладают дерновинные злаки, прежде всего, разные виды ковылей (*Stipa*), тонконог (*Koeleria*), типчак (*Festuca*). Зональным типом почв являются обыкновенные и южные черноземы. На юге появляются темно-каштановые почвы (Алехин, 1983; Герасимова, 1951; Атлас СССР, 1983).

На юге востоке ВЕР злаковые степи сменяются полынно-злаковыми степями, формирующимися в условиях полупустынного климата. Разреженный травостой образуют такие степные злаки, как типчак, ковыли, пырей (*Agropyrum*) и полукустарнички – полынь (*Artemisia*), прутняк (*Kochia*), ромашник (*Pyrethrum*). В полупустынях возрастает роль эфемеров и эфемероидов по сравнению со степными сообществами. Характерны крупка (*Draba*), тюльпан (*Tulipa*), мятлик живородящий (*Poa bulbosa*). Зональным типом являются светло-каштановые почвы.

Пустынный тип растительности встречается только на юге Прикаспийской низменности. Здесь господствуют северные полынные пустыни с участием дерновинных злаков на серо-бурых пустынных почвах. Кустарниковые (джузгун, акация) песчаные пустыни приурочены к междуречью Волги и Урала (Кривцов, Водорезов, 2016; Исаченко, 1991).

Ландшафтные зоны. В условиях равнинного рельефа и умеренно континентального климата широтная зональность прослеживается во всех компонентах ландшафта. На ВЕР выделяются ландшафтные зоны тундры, лесотундры, тайги, смешанных лесов, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни. Во многих ландшафтных зонах выделяются подзоны. В ландшафтной зональности отражаются климатические различия между

востоком и западом. На востоке ВЕР ландшафтные зоны смещены к северу, например, на широте лесостепной зоны запада в Заволжье находятся полупустыни и пустыни. Отличается также спектр ландшафтных зон. На западе нет зоны полупустынь и пустынь, а на востоке нет зоны смешанных лесов.

Современный облик равнины сформировался под действием совокупности природных событий, имевших место в позднем неоплейстоцене и голоцене, которые затронули формирование всех элементов природных комплексов. Около 20–25 тысяч календарных лет назад (кал. л. н.) оледенение, распространенное по территории Фенноскандии, достигает своей максимальной стадии (Lowe et al., 1995; Mangerud et al., 2004; Svendsen et al., 2004). Деграляция ледниковых покровов в последующие эпохи имела неравномерный характер. Выделяются несколько этапов осцилляции края ледника: чередующихся стадий продвижения в глубь континента и отступления края ледника, — каждая из которых оставила след в виде гляциального и флювиогляциального рельефа (Палеогеографическая основа., 1994; Демидов, 2005, 2006; Saarnisto et al., 2001).

В позднем неоплейстоцене и голоцене перестраивается гидрографическая сеть ВЕР и меняется облик сопредельных крупных водоемов: Балтийского, Белого, Каспийского, Черного и Азовского (Рис. 1.2) (Коников и др., 2010; Колька и др., 2013, 2014; Колька, Корсакова, 2017; Кузнецов, 2014; Кузнецов и др., 2015, 2022; Кузнецов, Субетто, 2019; Лудикова, 2015; Björck, 1995; Corner, 1999; Sandgren et al., 2009; Miettinen et al. 2007; Dolukhanov et al., 2007, 2009).

Чередование коротких периодов похолодания климата и сравнительно более продолжительных периодов потепления, приводит к перестройке ландшафтов на территории ВЕР (Renssen et al., 2012; Sundqvist et al., 2014). Распространённые в период позднеледниковья тундростепные

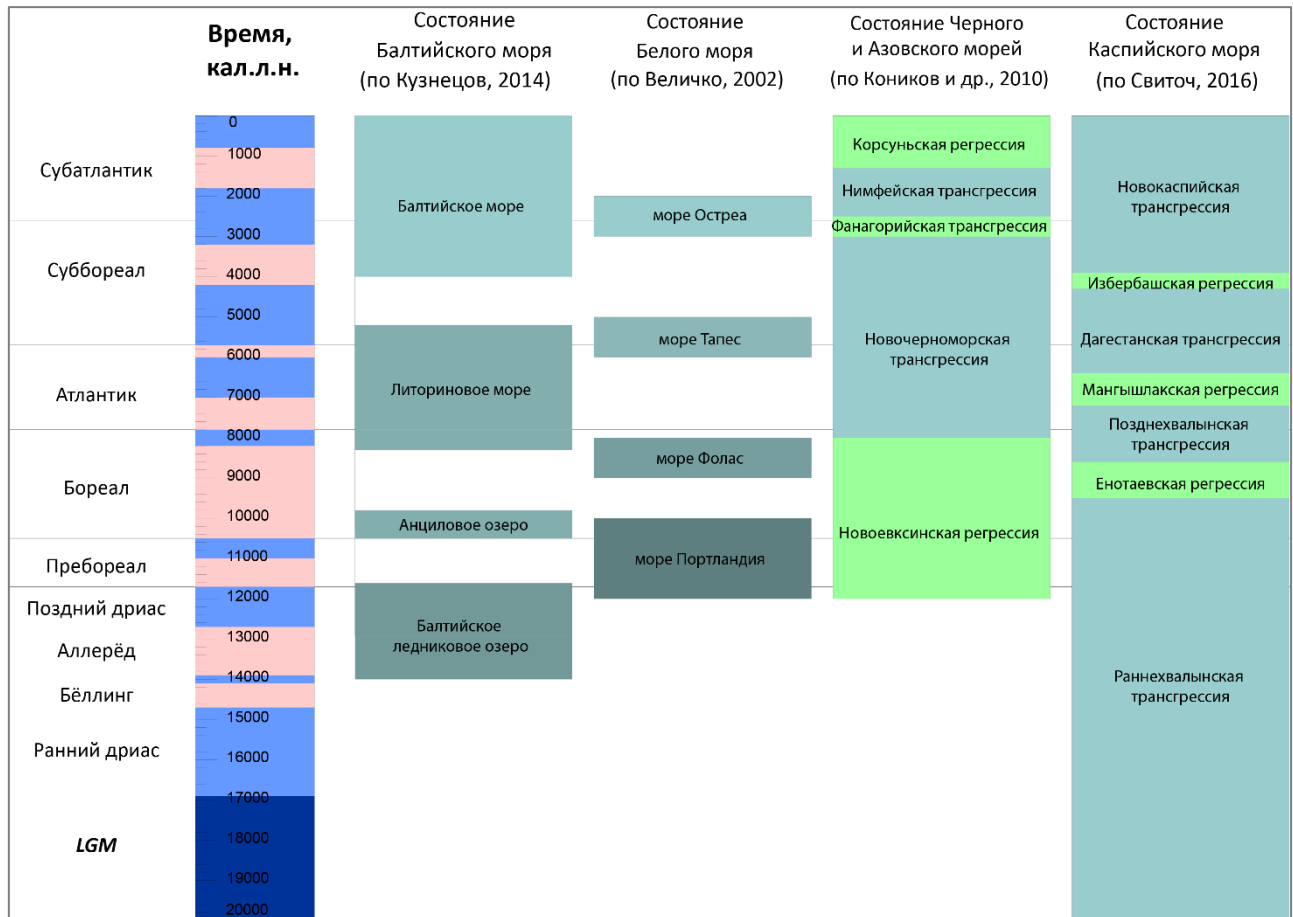


Рис. 1.2. Соотношение периодов потепления и похолодания в позднем неоплейстоцене и голоцене и трансгрессивно-регрессивных стадий Балтийского, Белого, Черного и Каспийского морей. LGM – Last Glacial Maximum (Последний ледниковый максимум).

ландшафты деградирует и по территории перигляциальной зоны распространяется бореальная растительность (Елина, Лебедева, 1982; Величко и др. 2007; Vinney et al., 2017; Zanon et al., 2018). Ареалы почв и ландшафтов приобретают зональный характер (Величко, 1982; Величко и др. 2001, 2017; Чернов, 2004). Таким образом, природно-климатические события неоплейстоцена и голоцена затронули все компоненты ландшафтов ВЕР (Исаченко, 1991; Палеогеографическая основа..., 1994).

1.2. Распределение озер Восточно-Европейской равнины

Озеро можно определить, как относительно замкнутый водоем с замедленным водообменом (Чеботарев, 1975). Различия основных

морфометрических (площадь зеркала, средняя и максимальные глубины, объем, форма и др.), гидрологических, гидрохимических и эколого-биологических параметров озер объясняется зональными физико-географическими условиями, характером окружающего ландшафта и климата (Чеботарев, 1975).

Озера занимают около 2,2 % площади ВЕР. Малые озера, площадью менее 1 км², составляют около 98 % общего их количества в России (Догановский, 2014). Распределение озер по территории равнины неравномерно: озерность Карелии составляет в среднем 12–13%, а в южных районах ВЕР озера редки (Догановский, 2014). Значительная часть озер находится на северо-западе равнины, на территории, которая находится под влиянием умеренного морского климата, подвергавшейся неоднократно воздействиям четвертичных оледенений и неотектоническим движениям (Добрынин, 1948; Давыдов и др., 1973; Тушинский, Давыдова, 1976; Догановский, Малинин, 2004; Рянжин, 2003, 2005; Субетто, 2010). Юго-восточная часть ВЕР, где господствует умеренно-континентальный климат, наоборот, почти лишена озер. Она характеризуется распространением зрелого эрозионного рельефа и отсутствием замкнутых котловинных форм (Физическая география СССР, 1966).

А.А. Соколовым (1952) на территории Восточно-Европейской равнины были выделены 3 озерных района: Северо-западный, Азово-черноморский и Прикаспийский.

1. Северо-Западный озерный район – один из наиболее крупных, на территории которого насчитывается огромное количество малых и средних озер. Здесь расположены и самые крупные озера – Ладожское, Онежское, Псковско-Чудское, Ильмень и др. Озерность этого района составляет более 10 % (Догановский, 2014). В геолого-тектоническом плане этот район соотносится с Балтийским кристаллическим щитом и его контактной зоной щита с Русской платформой, которые перекрыты чехлом рыхлых

четвертичных отложений, сформированных в неоплейстоцен-голоценовый период. В ландшафтно-климатическом плане район относится к бореальной зоне с избыточным увлажнением (Национальный атлас России, 2019). Обилие озер Северо-Западного района тесно связано с четвертичным оледенением, а происхождение котловин – с аккумулятивной и эрозионной деятельностью ледника (Квасов, 1975, 1986; История озер., 1986; Субетто и др., 1999, 2003).

Озера ледникового генезиса можно разделить на две группы: (1) реликтовые – это озера, которые были частью крупных приледниковых бассейнов; (2) озера, развитие которых происходило вне связи с приледниковыми водоемами. К этой группе озер относятся термокарстовые, эрозионные, экзарационные, аккумулятивно-просадочные, подпружные и др. (Субетто, 2009).

Наряду с озерами ледникового происхождения распространены и тектонические озера. К этому типу относится большинство озер Карелии и Кольского полуострова, сформировавшихся в трещинах и сбросах кристаллических пород Балтийского щита и имеющих характерную форму котловины: они вытянуты в направлении основных разломов земной коры. Котловины озер тектонического происхождения в последующем были в значительной мере преобразованы эрозионной и экзарационной деятельностью ледника. Наглядным примером являются северные фиардового типа берега Ладожского и Онежского озер (История Ладожского., 1990; Subetto et al., 2002).

Избыточное увлажнение территории обуславливает распространение болотных массивов, среди которых встречаются многочисленные озера. В местах неглубокого залегания легкорастворимых горных пород (известняков) встречаются карстовые озера. К ним относятся многие озера Валдайской возвышенности, озера Обонежья (между озерами Онежским и Белым), бассейна Онеги и др.

2. В состав Азово-Черноморского озерного района входит побережье Черного и Азовского морей. Современный климат этой территории более засушливый, чем климат Северо-Западного озёрного района. Растительный покров представлен преимущественно степной растительностью.

Генезис озер этого района связан с деятельностью моря. Наибольшее распространены здесь имеют лиманы и лагуны. Лиманы образуются в результате затопления устьев рек в следствие наступления моря на сушу. Их характерной особенностью является вытянутая форма в направлении затопленных речных долин, отделенная песчаными косами от моря. Лагуны образуются в результате отделения песчаными косами от моря мелководных заливов. Некоторые из них, так же, как и лиманы, сохраняют связь с морем через горла, некоторые же отчленяются полностью (озера Сиваш, Сасык-Сиваш, Сакское и др.).

Вода в озерах Азово-Черноморского района, как правило, сильно минерализована, соли накапливаются и в донных отложениях (История озер., 1982), что является их отличительной чертой.

3. Прикаспийский озерный район включает озера Прикаспийской низменности. Этот район отличается наиболее засушливым климатом с годовым количеством осадков около 200–400 мм в год при испарении 200–300 мм. Этот район относится к природной зоне полупустынь и пустынь. Около 17 – 15 тыс. лет назад территория была затоплена водами раннехвалынского бассейна Каспия (Свиточ, 2015).

Большинство озер этого района образовалось от разлива степных рек во время весенних половодий (История озер., 1982). Здесь также распространены бессточные озера, отличающиеся повышенной минерализацией. Ярким примером являются такие крупные озера как Эльтон и Баскунчак. Сарпинские озёра, протянувшиеся вдоль подножия Ергеней, представляют собой реликт внутренней дельты пра-Волги,

формировавшейся на протяжении 7000–8000 л. н. на месте глубокого эстуария в конце неоплейстоцена.

В Волго-Ахтубинской пойме и дельте Волги сформировались озера – ильмени, формирование и развитие которых непосредственно определяется колебаниями уровня воды в реке (Соколов, 1952).

Таким образом, основными факторами, определившими особенности распространения и разнообразия озер, можно обозначить палеогеографические события, имевшие место на исследуемой территории в конце неоплейстоцена и голоцене, а также ландшафтно-климатические условия.

1.3. Особенности формирования донных отложений озер

Седиментогенез озер определяется ландшафтно-климатическими особенностями и геолого-геоморфологическим строением территории. Важную роль играют морфологические параметры самого озера, его проточность, химический состав воды и др. (Горшков, Якушова, 1973). Типизация озерных отложений по разным критериям можно обобщена в таблице 1.

Озерные осадки разделяются на аллохтонные, привнесенные с водосбора, и автохтонные, сформировавшиеся в результате обменных процессов внутри самого озера. (Типология озерного накопления..., 1976). По генезису донные отложения подразделяются на обломочные, органогенные и хемогенные (Лидер, 1986).

Таблица 1.1

Типизация осадочного вещества в озерах по разным критериям

Озерные отложения		
климат	генезис	источник
нивальный	обломочные	аллохтонный
гумидный	биогенные	аллохтонный и автохтонный
семиаридный, аридный	хемогенные	автохтонный

Обломочные (кластические) отложения являются преимущественно результатом переноса большого количества обломочного материала поверхностным стоком с водосбора и/или образующегося в результате абразии. Формирование хемогенных отложений происходит путем химического осаждения растворенных в воде солей или коллоидов. Органогенные (биогенные) отложения накапливаются за счет осаждения на дно водоема остатков животных и растительных организмов. Соотношение этих типов осадков неодинаково в зависимости от физико-географических условий и особенностей озерной системы.

Благоприятными условиями для активного накопления обломочных отложений являются (1) расчлененный рельеф водосборного бассейна, (2) впадение в озеро крупных притоков и (3) большое количество атмосферных осадков, что обеспечивает интенсивный поверхностный сток. Распределение крупнообломочных и тонкодисперсных отложений на дне более крупных озер имеет сходство с распределением их в морских водоёмах. В береговой полосе накапливаются наиболее крупный по размеру материал – песок, галька и гравий, а в центральных частях озер формируется тонкодисперсная, преимущественно глинистая тоща, состоящая из обломочного или смешанного (кластогенно-органогенного, кластогенно-хемогенного) материала. В малых озерах иловые отложения залегают непосредственно у берега, что характерно для ряда малых водоемов со слабой гидродинамической активностью. Сезонные изменения переноса осаждения вещества находят отражение в седиментогенезе в виде горизонтальной слоистости – чередования светлых песчаных и темных глинистых прослоев (Жемчужников, 1962; Субетто, 2009; Sevastyanov, Subetto, 1999).

Кластические, преимущественно минеральные осадки преобладают в донных отложениях крупных пресноводных, как правило, мезо- и

олиготрофных озер, формирующихся в условиях нивального и гумидного климата (Лидер, 1986; Усенков, 2012).

Органогенные отложения, представленные органическими илами (гиттией), играют значимую роль в малых пресноводных озерах гумидных областей и некоторых солоноватых озер аридных районов. Гиттией (*швед.* – иловая грязь) называется озерный, озерно-болотный или лагунный ил, который содержит 20–50% органического вещества в виде торфяного сапропелевого геля, остатков планктона и экскрементов животных (Геологический словарь, 2010). В более крупных и глубоких озерах органогенное вещество смешивается с минеральными осадками и также подвергается диагенезу (Образование осадков..., 1954; Лидер, 1986).

Хемогенное осадконакопление распространено в озерах аридных и семиаридных районов. Химическое осаждение солей в таких озерах вызвано сочетанием следующих факторов: высокая минерализация воды, равнинный слабо расчлененный рельеф и незначительное дренирование территории, усиленное испарение. Данный процесс характерен для самосадочных озер, расположенных в Прикаспийской низменности (например, Баскунчак, Эльтон, Индер). При изменении климатических условий происходит смена химического состава воды в озере и в донных отложениях, например, в условиях потепления климата возможен переход от карбонатного типа к сульфатному, от сульфатного к хлоридному (Валяшко, 1952; Посохов, 1985).

Перенос твердого материала в процессе седиментогенеза (сток взвешенных наносов) напрямую зависит от интенсивности денудации, которая обусловлена ландшафтными особенностями территории, такими как: степень расчлененности рельефа, глубина местных базисов денудации, устойчивость горных пород к выветриванию, величина стока, плотность растительного покрова, препятствующего сносу материала. В распределении твердого стока присутствуют черты широтной зональности.

В тундре и тайге типичная величина модуля твердого стока не превышает 5 – 10 т/км*год, а средний слой ежегодного смыва – не более 0,002 – 0,004 мм. При этом значительные различия прослеживаются внутри зоны, например, для бассейна р. Невы, преимущественно локализованного на Балтийском кристаллическом щите, модуль твердого стока равен всего лишь 1,6 т/км*год, а для вулканических ландшафтов Камчатки – 60 – 80 (Исаченко, 1991). В зоне широколиственных лесов модуль твердого стока повышается до 10 – 20 т/км*год, в лесостепи – 150 т/км*год (в лёссовых ландшафтах), а в степи достигает 50 – 100 т/км*год. В зоне пустынь твердый сток сокращается в виду практически отсутствия жидкого стока. Уничтожение естественного растительного покрова может привести к развитию денудации на равнинах и активизации механического переноса (Исаченко, 1991).

Таким образом, на протяжении своего существования озера меняются вместе с территорией их водосборных бассейнов. В течение неоплейстоцена и голоцена гидрографическая сеть ВЕР претерпела значительные изменения в связи с появлением и исчезновением крупных ледниковых покровов. Поэтому при анализе озерного осадконакопления ВЕР важно принимать во внимание изменение природно-климатических условий во времени, влияющих на седиментогенез.

1.4. Изученность процесса осадконакопления в озерах

Наиболее подробно процесс озерного осадконакопления изучается в палеолимнологических исследованиях. Здесь комплексный подход позволяет рассмотреть не только состав и структуру донных отложений, но и определить возраст донных отложений и условия процесса осадконакопления (Субетто, 2009; Субетто, Прыткова, 2016; Сапелко, Субетто, 2020).

Для комплексного исследования происхождения и эволюции озера составляются батиметрические схемы и профили, изучаются физические свойства и химический состав воды и донных отложений. Отдельное внимание уделяется растениям, живым организмам и экологическому состоянию водоема и его водосбора. В этой связи озеро рассматривается как компонент ландшафта и анализируется в трех аспектах: реконструкция развития, современное состояние и прогнозирование будущих изменений (Субетто, 2007; Syrykh et al., 2021). За более чем 70-летнюю историю развития палеолимнологических исследований в России и в сопредельных регионах накоплен большой объем информации о генезисе, строении котловин и об особенностях современного состояния озер (Рянжин, Ульянова, 2000; Субетто, 2009; Субетто и др., 2002, 2017; Сырых, 2023).

Палеолимнология, как наука, развивалась в несколько этапов. Этап накопления знаний и проведения несистематизированных исследований продолжался до начала XX-в. Период 50–80 гг. XX в. выделяется как этап разработки и применения новых методов в палеолимнологических исследованиях. В это время появляются радиометрические методы датирования осадков, что позволило реконструировать палеогеографические события с временной привязкой. В последние десятилетия XXI в. особое внимание уделяется детальным исследованиям озерных донных отложений с использованием широкого комплекса методов. Особую важность имеет изучение антропогенно ненарушенных озер и ландшафтов, при которых проводится детальная реконструкция развития природно-климатических обстановок и выявления степени антропогенного влияния в современных условиях (Сырых и др., 2015, 2017; Subetto et al., 2017). История палеолимнологических исследований на территории России подробно рассматривается в работах Субетто Д.А. (2009) и Субетто Д.А с соавторами (2017).

Разработка палеогеографических и палеолимнологических баз данных позволяет структурировать и анализировать большой объем информации, а также обеспечивает доступ к палеогеографическим данным широкой научной аудитории. Данный метод широко распространен в зарубежной науке (Harrison et al., 1996; Sundqvist et al., 2014; Suggitt et al., 2015; Hughes et al., 2016). Отдельное внимание уделяется собранию массивов первичных данных по палеолимнологии и палеоэкологии в таких базах, как «Пангея» (PANGEA; Diepenbroek et al., 2002) и «Неотома» (Neotoma Paleoecology Database; Williams et al., 2018). «Пангея» и «Неотома» носят глобальный характер, включая в себя информацию, собранную с разных континентов и регионов. Публикуемые в них материалы, соответствуют строгим критериям: каждый объект должен быть исследован с высокой степенью детализации и иметь подробную возрастную модель. В России создание баз данных развивается активно в последнее десятилетие (Subetto et al., 2017; Греков и др., 2018). На Северо-Западе России созданы отдельные базы данных для Мурманской области (Быдин, 1962; Кашулин и др., 2010) и Кольского полуострова (Субетто, Греков, 2014; Греков, Субетто, 2015); Псковской (Лесненко, 1989); Ленинградской областей (Рянжин и др., 2015) и Республики Карелия (Озера Карелии..., 1959; Григорьев, 1959; Каталог..., 2001). Картотека литературных источников и публикаций по палеогеографии России и мира представлена в базе данных «Paleobook» (Греков и др., 2016, 2017; Мясникова и др., 2017).

Донные отложения озер также являются объектами для включения в базы палеогеографических данных. Озера территории бывшего СССР и Монголии, исследованные палеолимнологическими методами, были включены в базу данных NOAA и WDS (Tarasov et al., 1996).

В базе данных исследований южной периферии Валдайского оледенения собрана палеогеографическая информация, наиболее полно

отображающая события неоплейстоцен-голоценовой истории региона. Помимо колонок донных отложений озер, в базу данных включена информация об исследованных геоморфологических разрезах и колонках болотных отложений (Кублицкий и др., 2018).

В базе данных «Изменение уровня Балтийского моря на территории России в голоцене» донные отложения исследованных объектов апробированы радиоуглеродным, литологическим и диатомовым анализами, что позволяет реконструировать влияние трансгрессий и регрессий Балтийского моря на исследуемый регион (Кублицкий и др., 2020).

На основе региональных баз данных разрабатываются статистические модели, применяемые для количественных реконструкций палеоклиматических и экологических условий (Назарова и др., 2015). Например, базы данных на основе исследования субфоссильных сообществ комаров-звонцов (хирономиды от лат. *Chironomidae*; *Insecta: Diptera*) широко применяются для разных регионов Европы (Brooks and Birks, 2001; Heiri et al., 2003) и Северной Америки (Barley et al., 2006), Африки (Eggermont et al., 2006) и др., позволяя получать климатические реконструкции с высокой степенью точности (Назарова, Брукс, 2004, 2007; Brooks, 2006; Pyashuk, Pyashuk, 2004; Nazarova et al., 2008). В России разработаны региональные модели для Дальнего Востока, Сибири и Российской Арктики (Nazarova et al., 2008, 2011, 2015, 2023; Self et al., 2011). Такие модели создаются на основе обширных региональных баз данных по озерам, которые включают в себя морфометрические и гидрохимические показатели, характер растительности и климатические параметры исследуемого района, а также информацию о микро- и макрофоссилиях: спорах и пыльце (Klemm et al., 2013), таксономическом составе микроорганизмов (клагоцер, ризопод, остракод и хирономид) (Nazarova et al., 2008, 2011, 2015a; Frolova et al., 2013, 2014; Schneider et al.,

2016) и диатомовых водорослей (Пестрякова, 2008; Palagushkina et al., 2012; Pestryakova et al., 2012) в поверхностных слоях озёрных отложений.

Полученные количественные реконструкции геологических, климатических и экологических параметров ложатся в основу моделирования глобальных изменений природно-климатических условий в прошлом и прогнозирования их динамики в будущем.

База данных «Temperature 12k» была разработана для решения вопросов, связанных с моделированием динамики температуры в голоцене на региональном и глобальном уровнях, используя численные данные. Эта БД содержит палеотемпературные данные, реконструированные с использованием разных методов. В базу данных вошли хорошо датированные палеогеографические объекты, исследованные с самым высоким разрешением. БД «Temperature 12k» предназначена для сравнения с моделированием климата на основе моделей с целью оценки эффективности моделей и получения информации о механизмах и последствиях, связанных с глобальным изменением климата. Особое внимание в базе данных уделено документированию сезонности интерпретаций температуры, поскольку воздействие на климат в голоцене определялось орбитально контролируруемыми изменениями инсоляции, которые действовали асимметрично в течение годового цикла (Kaufman et al., 2020).

Создание баз данных в палеогеографических исследованиях показало себя как хороший инструмент упорядочивания и обработки большого объема информации.

1.5. О принципах систематизации озер

Сходство или различие разных свойств и параметров разных объектов определяют принцип классификации и типологии¹, как общенаучного метода (Ушаков, 2005). Накопленные палеолимнологические и лимнологические знания позволяют подразделить все озера на различные группы, тем самым упорядочить имеющиеся знания. В зависимости от параметров, взятых за основу, все существующие классификации можно подразделить на следующие группы:

- морфометрические классификации, где в качестве основного критерия рассматривают морфометрические показатели озерной котловины;
- генетические классификации, которые учитывают особенности происхождения озерных котловин и их взаимосвязь с рельефом;
- гидрологические классификации, использующие в качестве критериев параметры водного баланса, интенсивности водообмена, проточности;
- гидрофизические, где основными критериями являются термический режим и циркуляция вод в озере;
- гидрохимические классификации основываются на степени минерализации озер;
- гидробиологические классификации можно разделить на экологические, которые основаны на данных качества озерных вод или составе гидробионтов, и трофические – по типу трофического статуса озера.

Ряд классификаций берут за основу сразу несколько разнообразных параметров и их называют комплексными классификациями.

¹ Типология и классификация имеют ряд существенных различий. Типология отталкивается от задачи выделить некие подмножества из заведомо неопределенного множества. Классификация исходит из конкретного, актуально данного множества. Типология основывается на сходстве разрозненных признаков, в классификации определяются различия, как правило выделяются взаимоисключающие подмножества (Ушаков, 2005).

Озерные отложения являются результатом всей «жизни» водоема, с момента его возникновения. Литостратиграфические характеристики донных осадков отображают процессы, происходящие как в самом озере, так и на его водосборе. Ряд классификаций рассматривает характер донных отложений в качестве критерия классификации озер.

Зная генетический тип озера, можно довольно легко описать особенности котловины озера, условия ее возникновения и ряд современных лимнологических показателей, таких как рН воды, трофический статус и др. По этой причине генетические классификации на сегодняшний день пользуются наибольшей популярностью. Еще в начале XX в. П.И. Броунов отметил, что происхождение озерной котловины определяет главные особенности озера, поэтому классификация, основанная на данном критерии, является наиболее естественной. В это же время появляются первые классификации генетических типов озерных котловин (Теоретические вопросы..., 1993). В 1922 г. П.Ф. Домрачев предложил классификацию озер с учетом достаточно обширного перечня признаков, охватывающего морфометрические параметры, а также рельеф дна, грунты, характер берегов (Домрачев, 1922; Мякишева, 2009; Потахин, 2006, 2008).

Делая основной упор на факторы (движущие силы) возникновения озерной котловины, М.В. Первухин (1937) разработал генетическую классификацию, в соответствии с которой озерные котловины подразделяются на следующие классы: тектонические, вулканические, ледниковые, эрозионные, аккумулятивные, гидрогенные, просадочные (карстовые, суффозионные, термокарстовые), завальные, вторичные, эоловые. Позднее более детальная классификация, основанная на тех же критериях, была разработана Д. Хатчинсоном (Хатчинсон, 1969).

Одна из самых подробных генетических классификаций была предложена Д.Д. Квасовым (1986). Согласно данной классификации озера делятся на 24 типа, объединенных в 5 классов:

I. Крупные бассейны, существующие в течение длительных периодов геологического времени.

II. Озера, непосредственно связанные с покровным оледенением и с климатическими условиями ледниковой эпохи.

III. Озера, возникшие на рубеже позднеледниковья и голоцена под влиянием быстрого и резкого изменения климата.

IV. Озера, возникшие в результате повышения уровня океана

V. Озера, которые продолжают возникать в настоящее время

Автор подчеркивает, что все перечисленные типы озёр существовали также в геологическом прошлом. В течение голоцена, а также во время межледниковых эпох количество озёр и разнообразие их типов было особенно велико. Этому способствовали резкие переходы от холодных и сухих условий конца ледникового времени к теплему и влажному климату межледниковий и голоцена.

Озеро, как открытая система, находится в тесной связи с окружающим ландшафтом (Федоров, 2003), поэтому донные отложения озер также рассматривались в классификации озер в качестве самостоятельного критерия, либо как один из параметров комплексных (в том числе сложных генетических) классификаций. Например, А.Г. Поползин в основу своей классификации заложил зональность типов озер (Поползин, 1967). Он предложил характеризовать водоемы комплексом факторов, включающих гидрологические процессы и явления, непосредственно связанные с климатом; химический состав воды, который определяется зональным соленакоплением и органическим накоплением. Н.М. Страхов (1960) в своих работах обозначил важность климата в процессе седиментогенеза как части литогенеза (в том числе и озерного). Он выделил климатические типы

литогенеза: нивальный, гумидный и аридный. В своих работах он рассматривал условия осадконакопления преимущественно в морских бассейнах, озерный седиментогенез представлен кратко. Л.Л. Россолимо в своих работах рассматривал озерное осадконакопление независимо от географического положения озера и его особенностей (Россолимо 1964, 1976). В данной классификации рассматривается генезис и строение накапливаемых осадков, а также процессы, способствующие их накоплению в озерах (табл. 1.2).

Таблица 1.2
Схема систематизации типов озерного осадконакопления (Россолимо, 1964)

Характер веществ и источник их поступления в озеро		Процессы, ведущие к накоплению в озере			Характер накапливаемых материалов	
Накопление минерального вещества	Поступающие в твердом состоянии	Речные наносы	1. Аккумуляция и сортировка влекомых наносов 2. Седиментация взвешенных веществ, нередко с коагуляцией			Грубые материалы грунтов мелководий
		Продукты эрозии почв (балочноплоскостной смыв)				Дельтовые материалы
		Продукты ледниковой эрозии				Минеральные компоненты озерных илов
		Продукты абразии озерных берегов				
	Поступающие в растворе	Продукты химической эрозии почв	Физико-химическое накопление; повышение концентрации и выведение из раствора	Повышение концентрации растворов при повышенном испарении	Повышение минерализации вод	Различные преимущественно легкорастворимые соли
				Метаморфизация осадка солей		
Вещества, растворенные в подземных водах, в том числе в карстовых		Биохимическое накопление и выведение из раствора	Выведение из раствора при биохимическом изменении условий среды	Изменение валентности с изменением Eh	Железо в виде осадков гидроокисей	
				Образование карбонатов при нарушении карбонатного равновесия	Кальций в виде мергеля, озерного мела	
			Изменение валентности с изменением Eh	Железо и марганец в виде конкреций (озерных руд)		
			Образование карбонатов при нарушении	Кальций в виде мергеля, кальцита, озерного мела		

					карбонатного равновесия	
					Извлеченные организмами для построения частей тела	Кальций (оболочки, скелеты и др.) Кремний (створки, панцири и др.)
Накопление органического вещества	Новообразующееся в озере (автохтонное)		1. Первичная продукция фитопланктона 2. Первичная продукция фитобентоса и перифитона		Биомасса	Неживое вещество – детрит, остатки водной растительности и
	Приносимое извне (аллохтонное) вещество	В растворе (и коллоиды)	Тирфогенное вещество	Выведение из раствора гумусовых веществ, изменение их коллоидного состояния, коагуляция	Коллоидные гуматы в озерных отложениях	Биомасса
			Антропогенное вещество	Вовлечение в циклы биологических процессов	Неживое вещество – детрит	
		В твердом	Тирфогенное вещество	Седиментация оформленных остатков наземной растительности	Торфянистые илы	«Загрязняющие» вещества в озерных отложениях
			Антропогенное вещество	Седиментация оформленных «загрязняющих» веществ		

Примером комплексной классификации может служить классификация озер Беларуси, в которой характеристика донных отложений является одним из критериев наряду с морфометрическими параметрами озерных котловин, гидрохимическими характеристиками и показателями внешнего водообмена, основными данными о водосборе (Якушко, 1981).

Для решения ряда палеолимонологических задач разрабатывались идеи районирования разных территорий с учетом параметров седиментогенеза. На основе общих принципов физико-географического районирования было

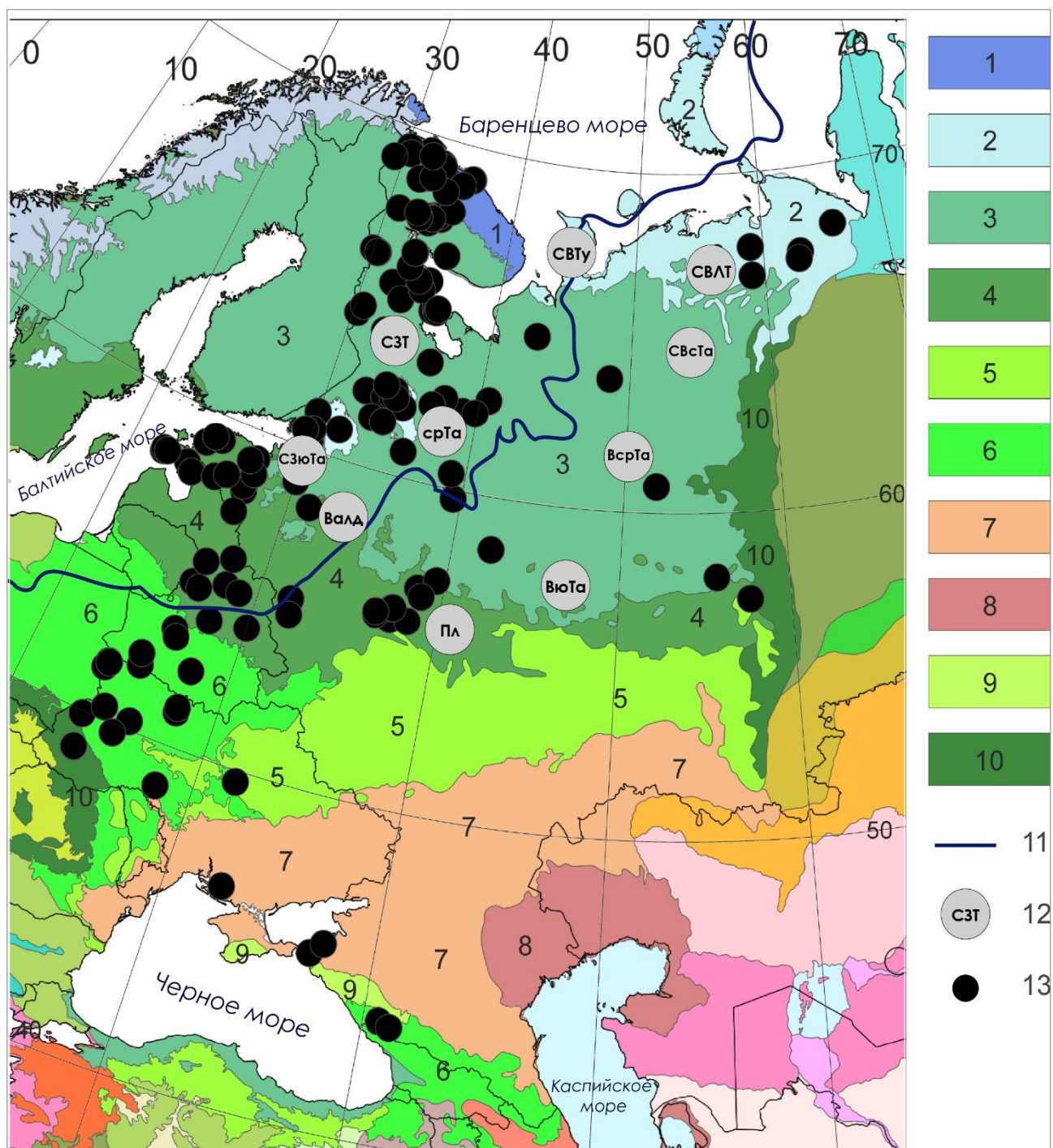


Рис. 1.3. Схема палеолимнологического районирования ВЕР по История озер., 1982. Условные знаки: природные зоны: 1 и 2 – тундра, 3 – тайга, 4 – смешанные и широколиственные леса, 5 – лесостепь, 6 – широколиственные леса, 7 – степи, 8 – полупустыни, 9 – субтропический лес, 10 – уральский лесной и тундровый комплекс; 11 – граница максимума последнего оледенения (Svendsen et al., 2004); 12 – палеолимнологические районы ВЕР: СВТу – Северо-Восточный тундровый, СВЛТ – Северо-Восточный лесотундровый, СЗТа – Северо-Западный таёжный, срТа – Среднетаёжный, СЗюТа – Северо-Западный южнотаёжный, СВсТа – Северо-Восточный северотаёжный, ВsrТа – Восточный среднетаёжный, ВюТа – Восточный южнотаёжный, Валд – Валдайский, Пл – район распространения среднеплейстоценового оледенения и его перигляциальная область; 13 – объекты БД PaleoLake.

разработано палеолимнологическое районирование ВЕР (История озер Восточно-Европейской равнины, 1982). Восемь лимнологических районов были выделены на основе геолого-геоморфологических особенностей рельефа, сформировавшегося в разные периоды неоплейстоцена (Рис. 1.3).

Таким образом, седиментогенез можно описать как комплексный процесс, неразрывно связанный с происхождением озера, климатом и окружающим ландшафтом. Поэтому классификация озер, которая рассматривает седиментогенез в качестве критерия, будет затрагивать эти три аспекта. За более чем 70-летнюю историю развития палеолимнологических исследований в России накоплен большой объем информации о природно-климатических условиях и особенностях седиментогенеза в озерах ВЕР. Поэтому седиментогенез может быть использован в качестве критерия для классификации озер.

Глава 2. Методы исследования. Разработка и создание базы данных PaleoLake

В базе данных PaleoLake представлена информация о 289 озерах. Для анализа седиментогенеза из базы данных было выбрано 216 озер, донные отложения которых имеют геохронологическую привязку и литостратиграфические данные. Лично автором методом хирономидного анализа были изучены 15 разрезов озерных отложений, 8 из которых представлены в работе: Большое Щучье (хр. Полярный Урал); Имандра, Антюх-Ламбина (Кольский полуостров), Южное Хаугилампи (Западно-Карельская возв.), Медведевское (Карельский перешеек), Жижицкое (Валдайская возв.), Глубокое (Смоленско-Московская возв.), Камышовое (Виштынецкая возв.).

2.1. Методы сбора, обработки и анализа фактического материала

При выполнении диссертационного исследования были использованы следующие методы:

- полевые: отбор и литолого-стратиграфическое описание кернов донных отложений, отбор поверхностных проб, батиметрические исследования, фотодокументация;
- лабораторные: пробоподготовка образцов донных отложений, анализ потери массы при прокаливании (ППП), лито- и биостратиграфический анализы, хирономидный анализ, радиоуглеродное датирование;
- аналитические: типология, классификация, кластерный анализ;
- геоинформационный, картографический;
- статистический: количественная реконструкция средних июльских температур в голоцене для исследуемого региона на основе хирономидного анализа.

Полевые и лабораторные материалы собраны в 2011-2021 гг. Их главной задачей являлась реконструкция природно-климатических обстановок исследуемых регионов в послеледниковье и голоцене.

Полевые исследования. Полевые исследования проведены в составе экспедиций и полевых выездов, организованных сотрудниками факультета географии РГПУ им. А.И. Герцена (оз. Медведовское, Карельский перешеек 2012–2014, Онежский п-ов и Соловецкие о-ва 2015–2016), сотрудниками ГИН КНЦ РАН (оз. Антюх-Ламбина, 2015) и сотрудниками ИВПС КарНЦ РАН (Заонежский п-ов, 2015). Полевые работы включали бурение и отбор донных отложений озер. В ходе работы было проведено литологическое описание и фотодокументирование отобранных колонок. Все работы выполнены в соответствии с ГОСТ 17.1.5.01-80.

Лабораторные исследования. Для реконструкции температур воздуха в неоплейстоцене и голоцене для разных регионов Восточно-Европейской равнины был выполнен хирономидный анализ в донных отложениях озёр Медведовское, Южное Хаугилампи, Глубокое, Имандра, Большое Щучье, Жижицкое, Камышовое, Антюх-Ламбина. Для донных отложений озера Медведовское проведен анализ потери органической массы при прокаливании (ППП, 550°C) и литостратиграфический анализ (ГОСТ 17.4.4.02-84). Абсолютный возраст донных отложений озер определен с помощью радиоуглеродного (изотопно-углеродного) метода и AMS (AMS – ускорительной масс-спектрометрии) в лаборатории геохронологии СПбГУ, в лаборатории университета г. Познань (Польша), в лаборатории физики ионных пучков, Швейцарский федеральный технологический институт (ETH), г. Цюрих, Швейцария, в лаборатории ускорительной масс-спектрометрии Тайваньского университета (Тайбей, Китай). Периодизация неоплейстоцена и голоцена приведена в соответствии со схемой Блитта-Сернандера (Mangerud et al., 1974).

Литостратиграфический анализ основан на изучении колонок донных отложений, их мощности и структуры. В структуре донных отложений определяются естественные слои – седиментационные пачки, которые характеризуются набором литологических признаков, специфических для конкретных условий седиментации. Смена условий седиментации отражается на характере накопления донных отложений, что позволяет провести корреляцию последовательности смены седиментационных пачек с хроностратиграфической шкалой. Анализ выполнен в НИЛ рационального природопользования факультета географии РГПУ им. А.И. Герцена (оз. Медведовское) и лаборатории геологии новейших отложений ГИН КНЦ РАН (оз. Антюх-Ламбина).

Анализ выполнен по стандартной методике (Субетто, Прыткова, 2016; Верзилин, 1979; Евсева, Шпанский, 2011). Средняя скорость осадконакопления рассчитывалась как частное от деления мощности осадков в см на продолжительность их накопления. Визуализация данных представлена в программе Strater (Strater5..., 2016)

Анализ потери органической массы образца при прокаливании (ППП) позволяет изучить динамику содержания органического вещества в донных отложениях. Анализ ППП проводился в учебно-исследовательской лаборатории Геохимии окружающей среды им. А.Е. Ферсмана и в научно-исследовательской лаборатории Рациональное природопользование факультета географии РГПУ им. А. И. Герцена по стандартной методике при температуре +550°C в течение 4 часов после просушки при температуре +105°C в течение суток (Dean, 1974; Tracking environmental change..., 2001).

Анализ субфоссильных головных капсул комаров-звонцов (Chironomidae; Insecta: Diptera) позволяет провести качественную и количественную реконструкцию природных условий прошлого. Анализ видового разнообразия хирономид в поверхностных пробах и корреляция полученных данных с современными экологическими условиями помогает

выявить влияние различных экологических факторов на распространение хирономид. На основе результатов хирономидного анализа с использованием статистических моделей реконструируются средние июльские температуры воздуха в исследуемом регионе (Nazarova et al., 2011, 2013, 2023). Обработка проб для хирономидного анализа донных осадков выполнена по стандартной методике, описанной С. Бруксом и др. (Brooks, Birks, 2001; Brooks S. J. et al., 2007). Пробы донных отложений растворяют в 10% КОН, полученный раствор нагревают до +70 °С и выдерживают в течение 10 минут, затем добавляют кипящую воду и нагревают в течение еще 20 минут. Затем осадок фильтруют через сита ячеей 225 и 90 мкм. Пробоподготовка проб глинистых отложений (глины, глинистый алеврит, глинистая гиттия), которые отличаются плотной структурой и тяжёлым механическим составом проводят с использованием ультразвуковой обработки. Отфильтрованный осадок просматривают в камере Богорова. Головные капсулы хирономид отбирают и сортируют тонким металлическим пинцетом под стереомикроскопом с увеличением 25–40. Головные капсулы зафиксированы в Гидроматриксе под покровными стеклами диаметром 6,0 мм. Определение таксономического состава проведено по современным специализированным определителям (Wiederholm, 1983; Макаренко и Макаренко, 1999; Brooks et al., 2007; Self et al., 2011) и коллекции хирономид Якутии (к.б.н., н.с. Л.Б. Назарова), которая находится в Институте полярных и морских исследований им. А. Вегенера (АВИ, Потсдам, Германия). Экология идентифицированных таксонов описана в соответствии с Brooks et al. (2007), Moller Pillot (2009, 2013) и Nazarova et al. (2008, 2011, 2015; 2017, 2020). Визуализация данных представлена в программах C2 версия 1.7.7 (Juggins, 2007) и R (R Core Team, 2012), кластерный анализ выполнен в программе PAST. Для оценки биоразнообразия и выравненности хирономидных сообществ были использованы индексы Шеннона (H) (Shannon, 1963), Пиелу (I) (Pielou,

1966) и индекса Хилла (Hill, 1973). Хирономидный анализ выполнен в АВИ (Потсдам) и НИЛ рационального природопользования, РГПУ им. А.И. Герцена. Количественная реконструкция выполнена к.б.н. Л.Б. Назаровой на базе АВИ (Потсдам, Германия). Для реконструкции среднеиюльских температур на территории Европейской части России была разработана модель (Nazarova et al., 2023). Данные хирономидного анализа поверхностных проб 50 озер, а также современные экологические параметры исследованных озер были использованы для разработки данной модели и реконструкции среднеиюльских температур воздуха в исследованных регионах. Результаты анализа представлены в Приложении 3.

Аналитический, геоинформационный и картографический методы. Из аналитических методов нами были применены классификация и типология, разработка базы данных, кластерный анализ. Систематизация накопленного массива информации в базу данных – неотъемлемый этап разработки классификаций. Эта методика широко применяется в физико-географических исследованиях (Ахмедова, 2011; Мякишева, 2009; Рянжин и др., 2010). База данных PaleoLake была разработана для объединения имеющихся к настоящему времени данных палеолимнологических и палеоэкологических исследований озер ВЕР (Syrykh et al., 2014, 2021; Syrykh, Subetto, 2018).

По каждому из объектов БД представлена информация, включающая в себя следующие категории:

- наименование; если озеро имеет несколько названий, указывается основное название, остальные перечисляются в скобках следом за ним;
- географическое положение: географические координаты, регион (государство, область), высота над уровнем моря;

- морфометрические показатели: глубина средняя и максимальная, площадь зеркала воды;
- имеющиеся сведения о строении донных отложений (ДО): тип и мощность вскрытой толщи осадка, мощность органогенных осадков, интервал времени осадконакопления;
- виды проводимых с образцами палеолимнологических анализов (литологический, геохимический, гранулометрический; микропалеонтологические (диатомовый, хирономидный, спорово-пыльцевой и др.), методы датирования (радиоуглеродный анализ, AMS-спектрометрия, радиоизотопный).

Полевые и лабораторные данные изучения донных отложений, полученные автором, также были включены в базу данных.

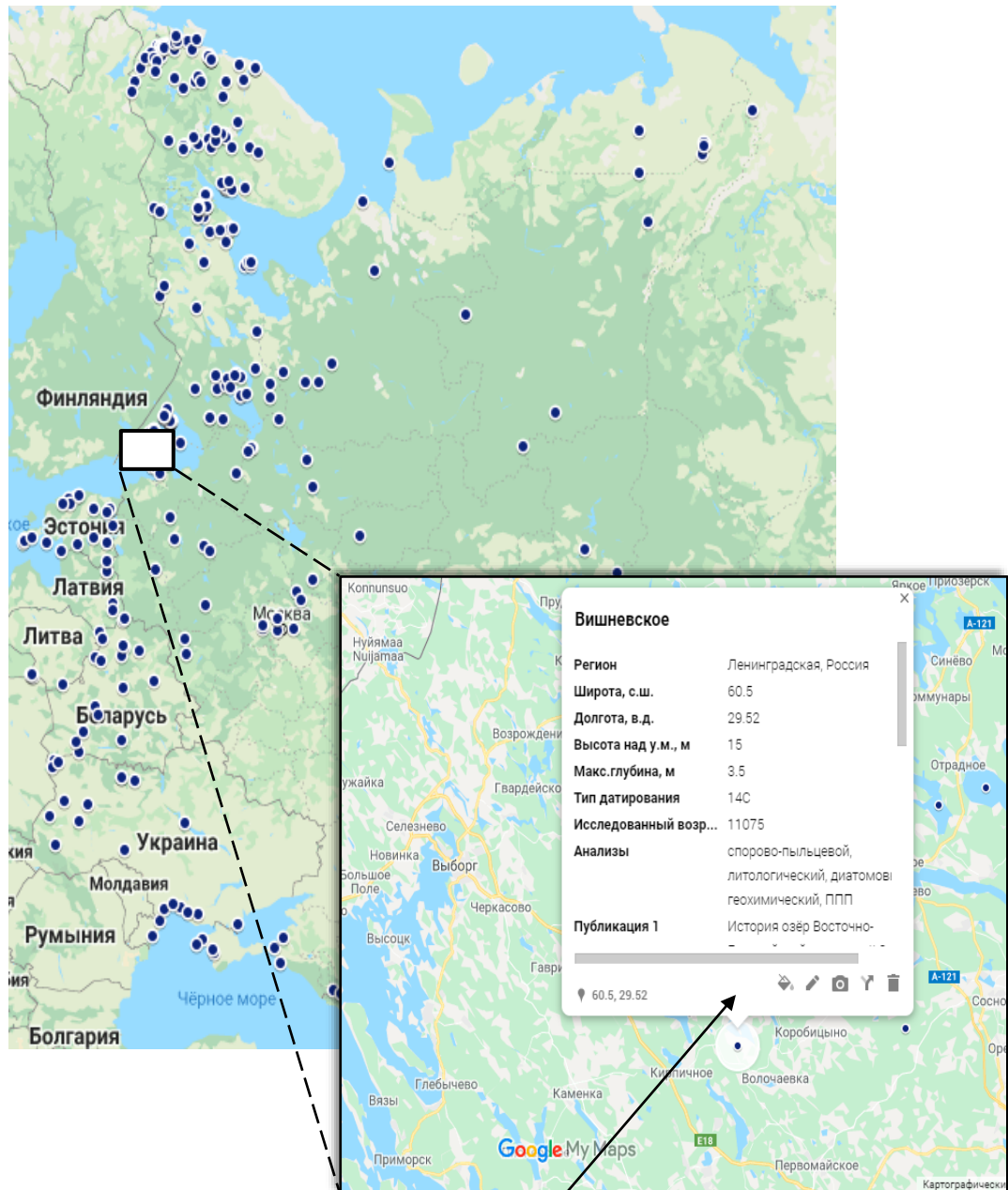
База данных представляет с собой набор таблиц в MS Excel (см. Приложение №2).

Выделение типов седиментогенеза и классификация озер проведены с помощью кластерного анализа в программе PAST v3.17 (Hammer et al., 2001). Для этого качественные характеристики в наборах данных были заменены цифровыми обозначениями.

Для разработки БД использовались различные архивные и библиотечные фонды; Интернет-ресурсы, предоставляющие доступ к библиографическим данным (elibrary.ru, www.researchgate.net, scholar.google.ru), а также экспедиционные материалы.

База палеолимнологических данных представлена в виде таблиц MS Excel, где каждый объект и его характеристики хранятся в виде строк и столбцов таблицы (Рис. 2.1.). Табличный формат представления данных обеспечивает:

- структурированное хранение и статистическую обработку данных,
- поиск в таблице объектов по заданным параметрам на основе графического представления и выборки,



Озеро	Регион	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	Высота над у.м.	Макс.глубина,	Тип датирования	Исследованный	Анализы	Публикации 1
Академическое	Мурманская, Рс	67.74	33.71	759.4	18.5	210Рь	900	диатомовый, ли	Денисов Д.Б. Э
Ахтанизовский	Краснодарский,	45.29	37.16	1.0	1.8		~РВ	спорово-пыльце	История озёр В
Александровск	Мерманская, Рс	69.52	32.01	13.0			6000	спорово-пыльце	Елина Г.А., Лук
Белое	Архангельская,	62.33	39.00	135.0		14С	9865	литологический	История озёр В
Белое-Черное	Московская, Ро	55.72	37.35	145.0	13.5	биостратиграфи	12423	литологический	История озёр В
Бездонное	Карелия, Росси	62.20	32.46	123.0		14С	11382	литологический,	Пьявченко Н.И.

Рис. 2.1. Структура БД и ее визуализация в программе Google Maps. Каждый объект представлен в виде строки с определенным набором атрибутов. Табличный формат данных адаптирован для применения в графических и ГИС-программах.

- визуализацию с последующей обработкой данных, посредством создания тематических карт и схем,
- возможное использование данных для мониторинга и детального изучения озер, например, в палеогеографии для выявления особенностей развития регионов.

База данных может быть интегрирована в геоинформационные системы (ГИС) для графического представления, обработки и анализа информации по объектам и создания картографической продукции, в том числе возможно использование данных в онлайн ГИС-системах в частности ARCGIS (<https://www.arcgis.com/index.html>), CARTODB (<https://carto.com/>), Simplemappr (<http://www.simplemappr.net/>). Для анализа данных были использованы программные пакеты MapInfo Professional, ArcGIS онлайн, Simplemappr, Google Earth, QGIS.

Все ячейки таблицы заполнялись в строгом соответствии с информацией, приведенной в литературных источниках. Корректировка некоторых параметров производилась на основе других опубликованных материалов, либо картографических источников и спутниковых данных. Онлайн-версия базы данных PaleoLake существует в оболочке Google Maps и находится в открытом доступе <https://sites.google.com/view/paleolakedatabase/home>. Калибровка радиоуглеродных дат производилась в программе OxCal 4.4 (www.c14.arch.ox.ac.uk), калибровочная кривая IntCal 13. В случае, если количественные параметры возраста отсутствуют, и приведен только период геохронологической шкалы, для статистической обработки был взят возраст середины данного периода.

2.2. Анализ палеолимнологической базы данных

В базе данных PaleoLake представлена информация о 289 озерах (Приложение 1; Табл. 2.1.). По разным причинам те или иные характеристики некоторых озер отсутствуют.

Географические координаты 72-х озер уточнялись с помощью топографических карт и реестров водных объектов для более качественной визуализации в ГИС. При отсутствии таких морфометрических характеристик, как максимальная глубина, площадь зеркала, использовались данные кадастров. Датировки донных отложений приведены в таблице в виде калиброванных дат. Площадь 52-х озёр, из всех представленных в БД, рассчитана в программе ArcGIS Online (arcgis.com). Для ряда озер отсутствуют радиоуглеродные датировки, их возраст устанавливался по результатам спорово-пыльцевого анализа.

Библиографические источники данных. В отдельном разделе базы данных собрана информация о литературных источниках, на основе которых пополняется база данных. В БД приводится полная ссылка с указанием названия публикации, перечислением всех авторов, наименования издания, года и места издательства, количества страниц. Для публикаций на русском языке приводится перевод названий на английский

Таблица 2.1

Основные статистические показатели исследованных озёр.
Макс. – максимальное значение, Мин. – минимальное, SD – стандартное отклонение, Мода – наиболее часто встречающееся значение.

Параметры	Макс.	Мин.	Среднее	Медиана	SD	Мода
Широта, с.ш.	69,52	43,58	59,81	59,26	6,19	51,2
Долгота, в.д.	59	22,12	32,77	32,175	7,16	28
Высота над у.м., м	2425	3	144,29	100	250,84	8
Площадь озера, га	1787000	0,056	66431,86	140	228731,9	5
Макс. глубина, м	230	1,1	19,12	5,15	33,38	4,5
Исследованный период, кал. лет	125000	197	9114,84	9245	9068,44	11000

язык. При наличии указывается DOI и ссылка на Интернет-ресурсы, предоставляющие доступ к публикации. Всего для наполнения базы данных использовано 205 литературных источников, среди которых статьи, материалы конференций, монографии и публикации в Интернет (Приложение 1, Табл. П1.2).

Географическое положение Палеолимнологически изученные озера, включенные в БД PaleoLake, расположены на обширной территории ВЕР и прилегающих территорий (Рис. 2.2). Около трети всех озер локализованы в пределах кристаллических щитов: Балтийского на северо-западе и Украинского на юго-западе. Остальные озёра находятся на территории Русской плиты (Рис. 2.3). Основная часть исследованных озёр расположена в таёжной природной зоне с умеренным климатом (Рис. 2.4).

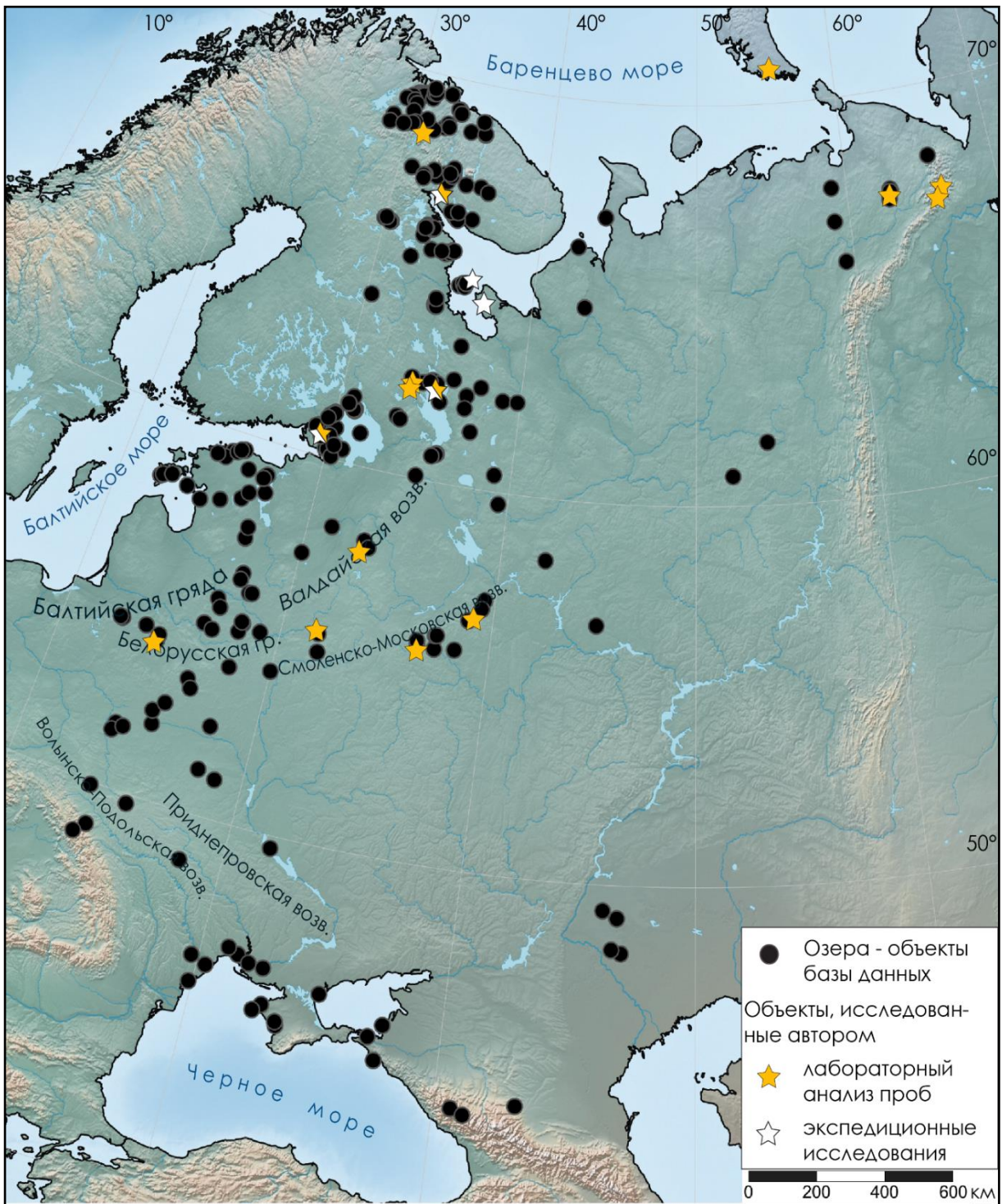


Рис. 2.2. Территориальный охват палеолимнологической базы данных PaleoLake (Syrykh et al., 2021).

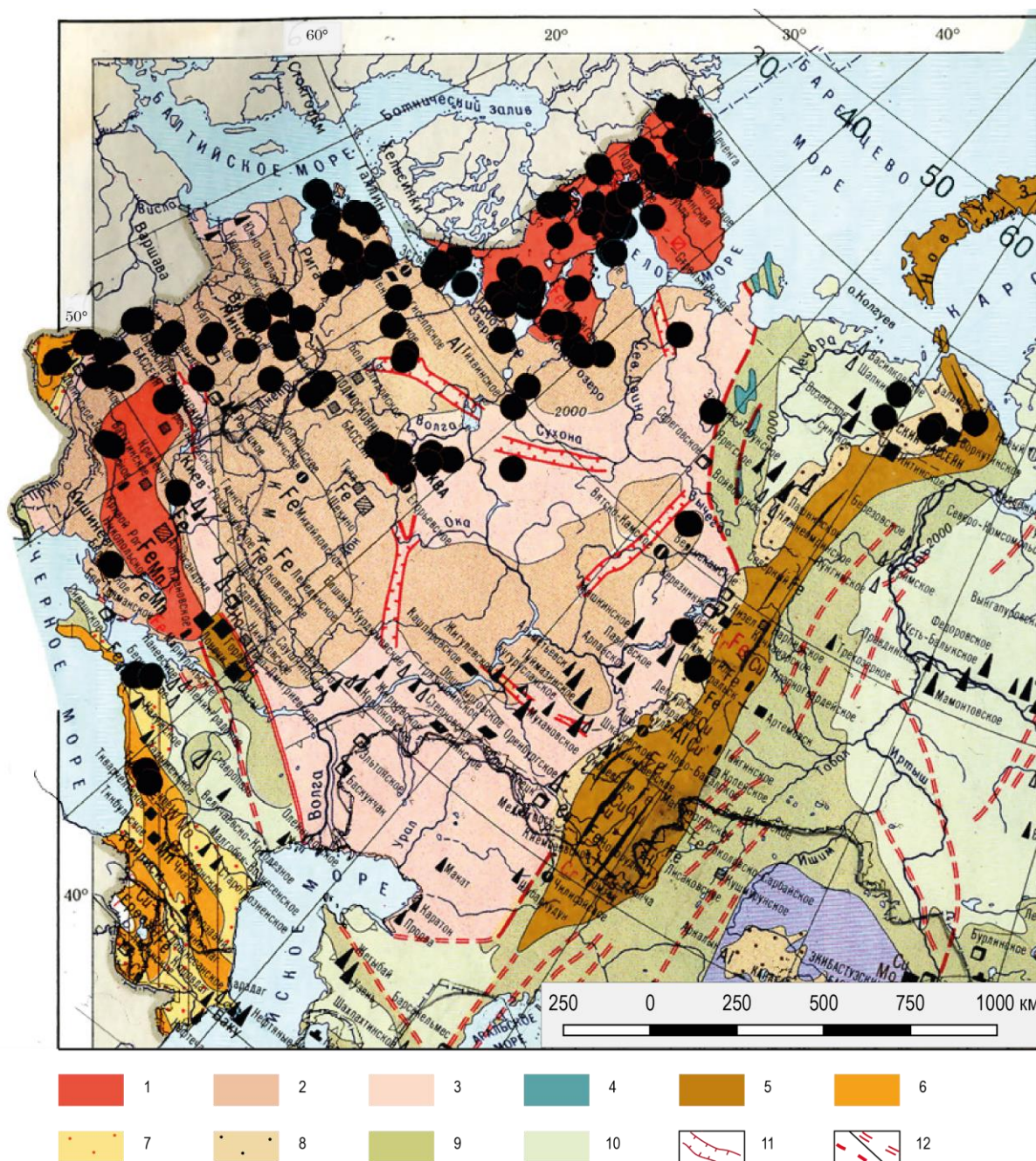


Рис. 2.3. Расположение объектов базы данных на тектонической карте. Условные знаки: Древние платформы 1 – Выступы кристаллического фундамента платформ на поверхность (щиты). Участки распространения платформенного чехла (плиты) 2 – мощностью <2000 м на антеклизах, на склонах щитов, на крыльях синеклиз, 3 – мощностью >2000 м в синеклизах, прогибах; 11 – крупные грабены под платформенным чехлом. Складчатые геосинклинальные пояса 4 – Участки земной коры, завершившие геосинклинальное развитие в позднем протерозое и в начале палеозоя в связи с байкальским и салаирским орогенезами; 5 – Участки земной коры, завершившие геосинклинальное развитие в позднем палеозое в связи с герцинским орогенезом; 6 – Участки земной коры, испытавшие геосинклинальное развитие в кайнозое; 7 – Кайнозойские впадины межгорных краевых прогибов; 8 – Средне- и позднепалеозойские впадины межгорных краевых прогибов. Плиты молодой платформы с нерасчлененным докембрийско-палеозойским складчатым фундаментом: 9 – с мощностью чехла < 2000 м; 10 – с мощностью чехла > 2000 м. 12 – Крупнейшие разломы/ то же под платформенным чехлом. Карта построена на основе карты «Тектоника СССР» (Географический атлас, 1982).

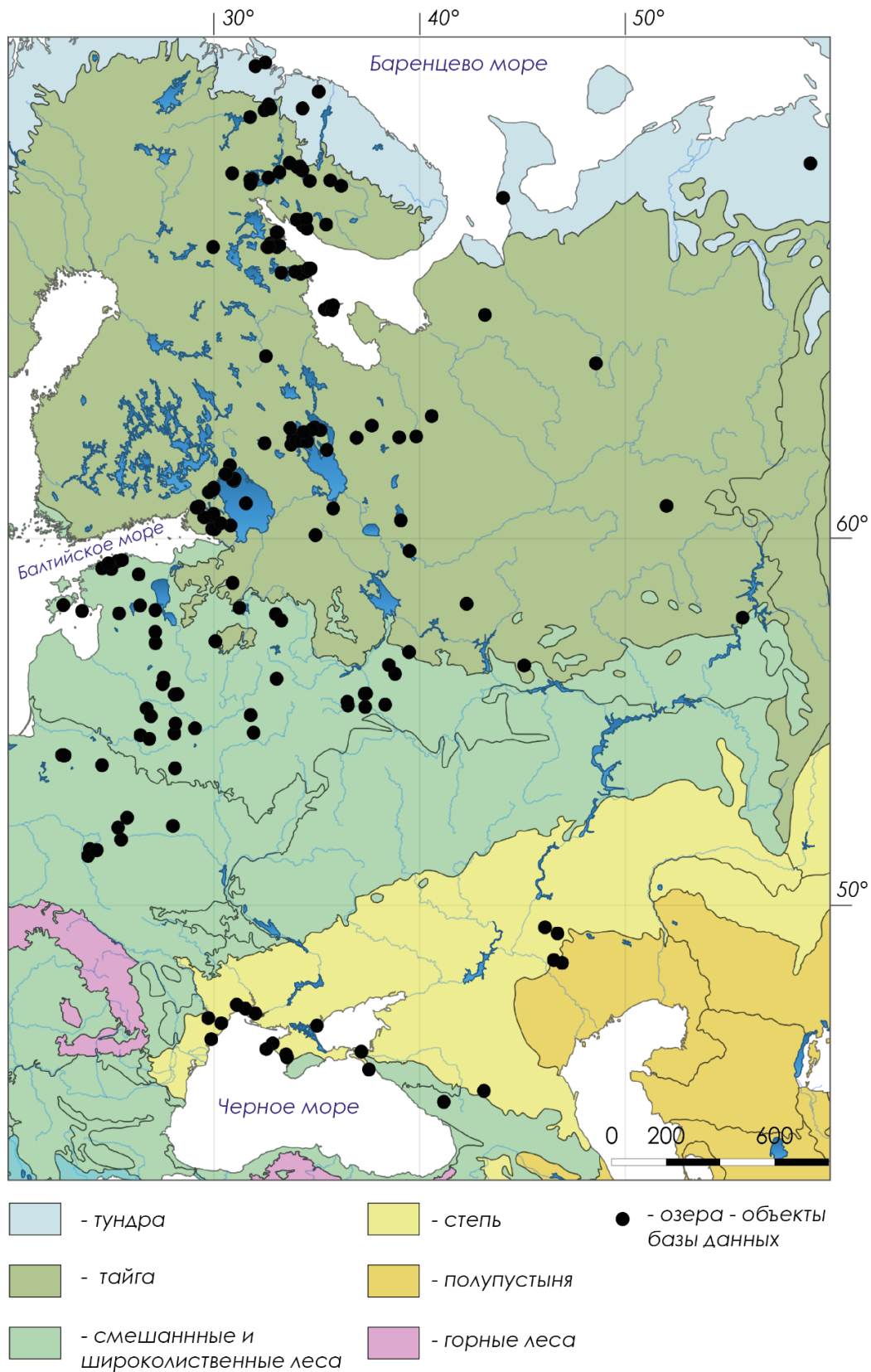


Рис. 2.4. Объекты базы данных на карте современных природных зон. Границы с ecoregions 2017. Карта создана в QGIS на основе данных БД PaleoLake.

Большая часть палеолимнологических исследований сосредоточена в северо-западной части ВЕР, на территории Балтийского кристаллического щита и его пограничной зоны с Русской плитой. Выделенный район соответствует Северо-Западному озёрному району по А.А. Соколову (1952) – району с высокой степенью заозёрности (Рис. 2.5). Палеолимнологические исследования направлены на реконструкцию природно-климатических событий прошлых эпох, таких как ледниковая осцилляция, морская трансгрессия, развитие приледниковых водоемов, эволюция ландшафтов в неоплейстоцене и голоцене и пр.

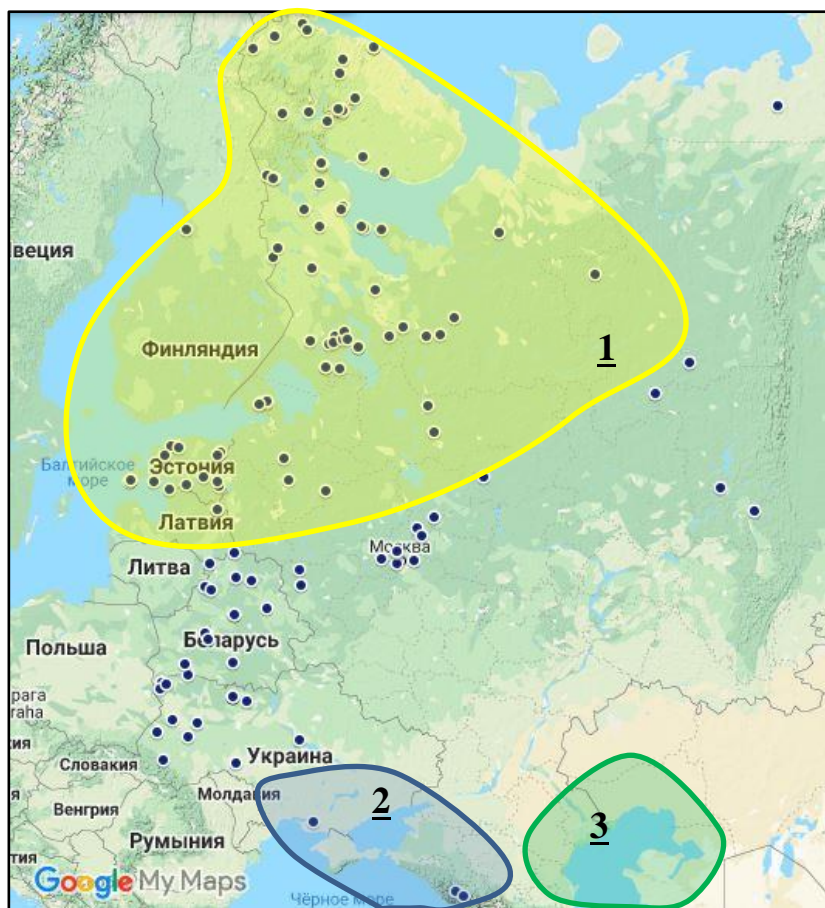


Рис. 2.5. Картограмма озерных районов Восточно-Европейской равнины. Точками обозначены озёра – объекты палеолимнологической базы данных PaleoLake. Озёрные районы по А.А. Соколову (1952): 1 – Северо-Западный, 2 – Азово-Черноморский, 3 – Прикаспийский.

В южной и восточной частях ВЕР заозёрность меньше. Здесь выделяются Азово-Черноморский и Прикаспийский озёрные районы.

Палеолимнологическими методами исследуются озера-лиманы и лагуны, дающие информацию о динамике морских бассейнов и современном состоянии системы «море-озеро».

Возраст. Хроностратиграфия всецело зависит от целей и задач проводимого палеолимнологического исследования. По цели исследования объекты базы данных можно подразделить на три категории:

- мониторинг современного состояния экосистем озер в целом и их отдельных компонентов проводится по данным химического и биологического анализа верхних (современных) слоев донных отложений, анализа поступления и аккумуляции вещества в озера, загрязнения воды и донных осадков: например, озёра Большой Вудъярв и Имандра, Кольский п-ов, Онежское озеро, Карелия (Даувальтер, 2012; Белкина, 2021; Палеолимнология Онежского озера., 2022). Отслеживание динамики этих процессов во времени позволяет оценить степень антропогенного влияния на развитие озер. На основе данных о современном состоянии экосистем создаются модели для реконструкции природно-климатических условий прошлых эпох.

- исследование антропогенного воздействия на озёрные системы в течение последних 200–250 лет, то есть со времени начала интенсивной индустриализации, осуществляется посредством изучения коротких колонок донных отложений. Особую важность в качестве контрольных объектов имеют данные, полученные из областей, неподверженных антропогенному воздействию, т.е. условно «чистых», где можно наблюдать антропогенно-ненарушенный ход экологических процессов и естественную сукцессию водоемов. Ярким примером таких исследований являются работы на оз. Харбей, расположенном в Большеземельской тундре (Назарова и др. 2014; Nazarova et al., 2017, 2021), озеро Имандра (Pyashuk et al., 2002, 2003) и др.

- реконструкция природных событий прошлого по длинным колонкам донных отложений озер, охватывающим исторические отрезки в десятки тысяч лет. Достоверность качественных и количественных реконструкций обеспечивается датировками и проведением комплекса анализов донных отложений с применением геохимического и биологического методов одновременно. Данный аспект охватывает и вопросы геоархеологии, касающиеся заселения и освоения человеком тех или иных районов (разрез Сертея, Смоленская обл, Kittel et al., 2021; Płóciennik et al., 2020, 2022; озера п-ва Крым, Столба и др., 2005; Stolba, Andresen, 2021).

Реконструкция природных обстановок прошлого, как правило, охватывает от нескольких сотен до десятков тысяч лет. В данном аспекте рассматривается озеро и озерный ландшафт практически с момента формирования до современного состояния. Прослеживается влияние естественных («эволюционных») (История озер., 1982; Субетто, 2009; Субетто и др., 2017; Tarasov et al., 1996) и катастрофических природных

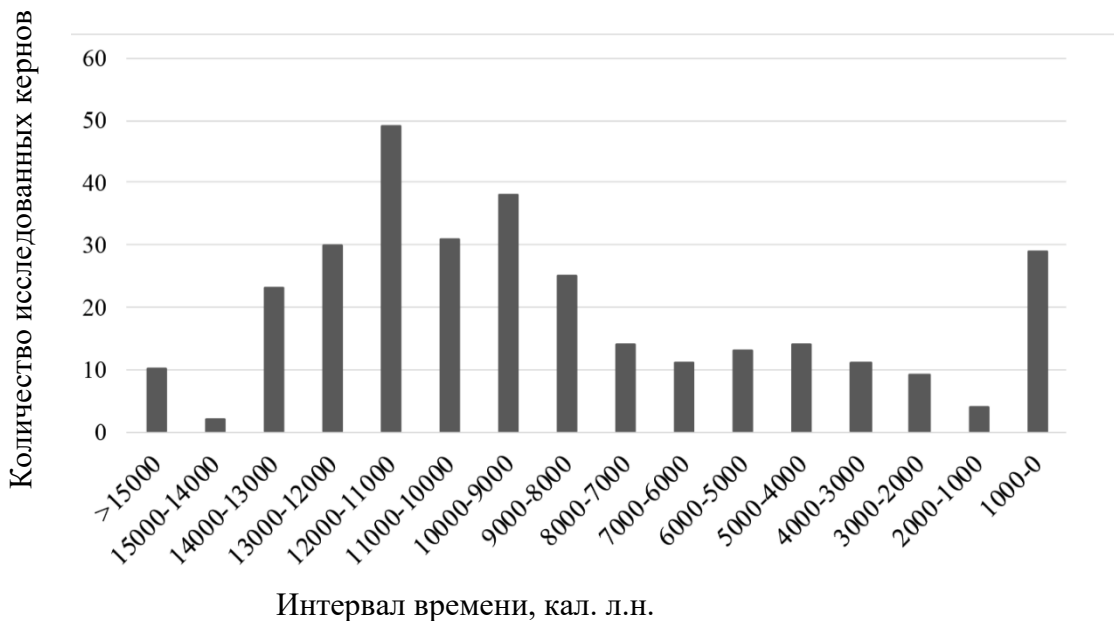


Рис. 2.6. Распределение изученных кернов ДО различных озер по их максимальному возрасту. График построен на основе Базы данных PaleoLake

явлений (Андроников и др., 2014; Субетто и др., 2016; Subetto et al., 2016), а также влияние человека на развитие озера и его водосбора.

Объекты, представленные в БД, различаются по исследованным геохронологическим интервалам. Основная часть палеолимнологических исследований посвящена изучению переходного периода от неоплейстоцена к голоцену и выявлению причин резких изменений климата и окружающей среды, происходивших в этот период времени, синхронность природно-климатических изменений в разных районах Восточно-Европейской равнины. Отдельный интерес представляют исследования последних 2000 лет и изучение коротких временных срезов (Рис. 2.6).

Палеолимнологические анализы. Среди методов, используемых в палеолимнологических исследованиях, выделяются следующие:

- хроностратиграфический (радиоизотопные методы датирования, варвохронологический, тефрохронологический анализы и др.).

Возраст донных отложений исследуется радиометрическими методами. В более ранних работах (например, Кошечкин и др., 1973; История озер., 1982) для определения возраста донных отложений используется биостратиграфия, заключающаяся в определении маркеров того или иного стратиграфического периода. Согласно анализу информации

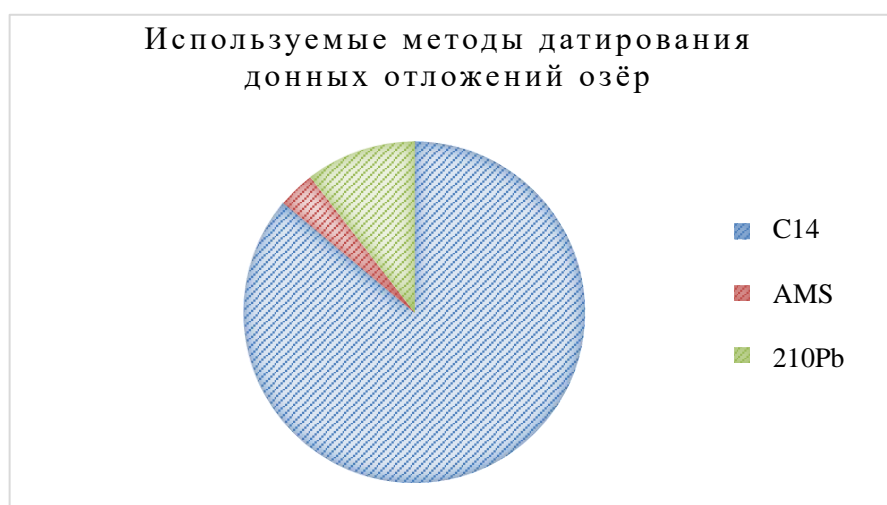


Рис. 2.7. Используемые методы датирования донных отложений озёр.

БД PaleoLake, для определения возраста исследуемых осадков преимущественно используется радиоуглеродный анализ (^{14}C) (Рис. 2.7). В некоторых случаях для определения возраста малых объемов образцов применяют ускорительную масс-спектрометрию (УМС/AMS – Accelerate mass spectrometry), возраст приповерхностных горизонтов датируется с помощью изотопов свинца (^{210}Pb) (Рис. 2.7). В редких случаях для определения более древних возрастов используется метод оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ). Например, этим методом были датированы донные отложения Ладожского озера (Andreev et al., 2019);

- литологический, стратиграфический, гранулометрический, геохимический, геофизический. Согласно данным БД, литологические особенности донных отложений анализируются во многих исследованиях, поскольку это позволяет сделать первичные выводы об особенностях процесса седиментации в исследуемом водоеме и скорости накопления осадков, основываясь на особенностях стратиграфии и структуры донных отложений;

- микропалеонтологический, который направлен на выявление особенностей окружающей среды, в которой формировался и функционировал водоём и происходил процесс седиментации.

Микропалеонтологические анализы включают в себя спорово-пыльцевой, диатомовый, остракодологический, хирономидный, кладоцерный, анализ макроостатков и ДНК. Их соотношение в палеолимнологических исследованиях показано на рисунке 2.8.

Около половины озёр, представленных в базе данных PaleoLake, исследованы с применением нескольких видов анализов в комплексе. Лито-, хроно- и биостратиграфия в совокупности позволяют выполнить наиболее точные реконструкции.

Озера в качестве достоверного источника палеогеографической информации наиболее применимы в районах с высокой степенью озёрности.

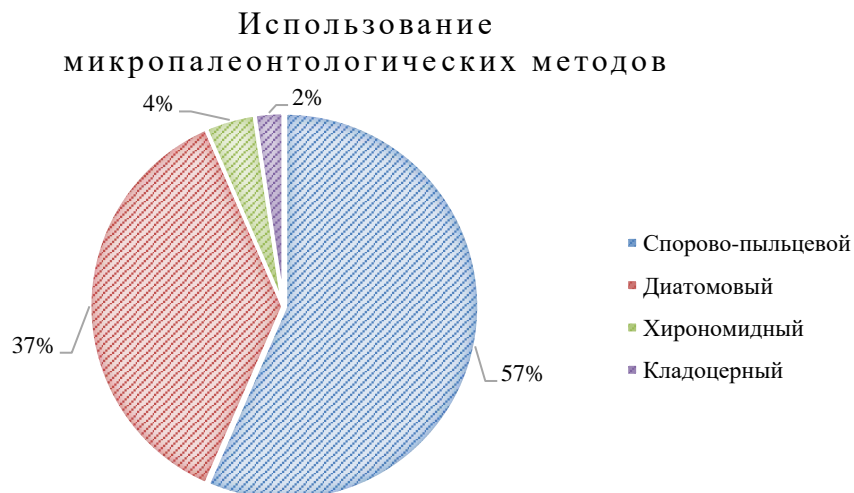


Рис. 2.8. Соотношение основных микропалеонтологических методов в палеолимнологических исследованиях на территории Восточно-Европейской равнины.

В Северо-Западном озёрном районе с высокой степенью озёрности палеолимнологические исследования направлены на реконструкцию природно-климатических условий прошлого, таких как этапы дегляциации, морские трансгрессии и регрессии, развитие приледниковых водоемов, эволюция ландшафтов в неоплейстоцене и голоцене.

В южной и восточной частях ВЕР озёрность меньше, ей соответствуют Азово-Черноморский и Прикаспийский озёрные районы. Здесь палеолимнологическими методами исследуются озера-лиманы и лагуны, дающие информацию о динамике уровня морских бассейнов и современное состояние системы «море-озеро».

Применение БД PaleoLake.

База данных находится в открытом доступе <https://sites.google.com/view/paleolakedatabase/home> и используется в исследованиях отечественными и зарубежными учеными.

1. Данные БД PaleoLake были апробированы в ходе работы по исследованию существующих возрастно-глубинных моделей и разработке

инструмента оптимизации использования этих моделей в исследовании озерных кернов из Арктических и Субарктических регионов. В ходе данного исследования также было установлено, что накопление органики в озерах этих регионов на рубеже неоплейстоцена и голоцена происходило асинхронно (Pfalz et al., 2022).

2. Результаты комплексных исследований озер высоких широт, представленные в базе данных, были использованы для анализа и корреляции динамики сообществ диатомовых водорослей, органического вещества и геохимических показателей (Biskaborn et al., 2022). В исследовании сравниваются экологические показатели диатомовых водорослей (альфа-разнообразие, скорости изменчивости видов или концентрации створок), накопление органического углерода, соотношение основных элементов и содержание тяжелых металлов с целью оценки корреляции исследуемых параметров и выявления факторов их изменчивости в неоплейстоцене и голоцене.

База данных расширяется и дополняется новыми данными по мере их поступления. Имеющиеся в базе материалы используются для обобщения и анализа информации в палеогеографических исследованиях.

Таким образом, впервые для территории ВЕР и прилегающих районов была создана База палеолимнологических данных. Она интегрирована в онлайн сервис Google Карты, что обеспечивает доступ к материалам базы и ее применению в подготовке и планировании исследований донных отложений озер. База данных является качественным инструментом систематизации больших объемов информации и используется при выполнении палеолимнологических реконструкций (Mroczkowska et al., 2021; Biskaborn et al., 2022; Pfalz et al., 2022).

Глава 3. Динамика седиментогенеза в неоплейстоцене и голоцене

Для изучения особенностей озерного осадконакопления и классификации озер по типу седиментогенеза было выбрано 216 озер из БД. Для каждого выбранного озера имеется наиболее полная информация о самом озере (географическое положение, морфометрические параметры) и о строении его донных отложений (литостратиграфическое описание, результаты анализов вещественного состава, микропалеонтологические данные, результаты датирования, мощность донных отложений). Поскольку не во всех литературных источниках приводятся количественные данные гранулометрического и геохимического составов озерных отложений, для анализа использовалось литологическое описание разрезов донных отложений. Из-за отсутствия единообразия в описании органогенных отложений (сапропели, органогенные илы, гиттия), характеристики органогенной толщи осадков сведены к термину «гиттия». Присутствие в разрезе донных отложений включений (растительные макроостатки, малакофауна, железомарганцевые конкреции и др.) фиксируется в качестве дополнительной информации. Микровключения указывают на локальные особенности развития озерной экосистемы и процессов осадконакопления.

Литологические данные были соотнесены с временными интервалами на основе созданных временных моделей. Во многих литературных источниках информация о мощности тех или иных горизонтов отложений не представлена в полной мере. При анализе учитывались доступные данные о характере и составе минеральной составляющей отложений. Данные о мощности органогенных горизонтов представлены практически для всех объектов и поскольку накопление органики напрямую отражает климатические и ландшафтные условия осадконакопления (Севастьянов, Сикацкая, 2003), эти данные также были приняты во внимание при анализе.

Из выборки были исключены Озера, информация о которых является неполной. По этой причине представленные в БД озера Прикаспийского озерного района остались неохваченными, т.к. отсутствует такой важный параметр, как данные о датировании донных отложений.

3.1. Седиментогенез в озерах Восточно-Европейской равнины

Большая часть исследованных разрезов донных осадков озер, представленных в БД, имеет двухчленное строение сверху вниз: голоценовыми органическими (гиттия) и позднеплейстоценовыми/раннеголоценовыми минеральными (глинистые, алевритовые, песчаные, смешанные) отложениями. Переход между органическими и минеральными может быть резким или постепенным (Рис. 3.1 и 3.2 соответственно). Иногда в переходной зоне наблюдается переслаивание органических и минеральных прослоев (Рис. 3.3).



Рис. 3.1 Переход от позднеплейстоценовых минеральных, глинистых отложений к органическим илам – гиттиям. Контакт резкий, эрозионный. Оз. Мянтюламп, Карельский перешеек, 12 м над у.м.

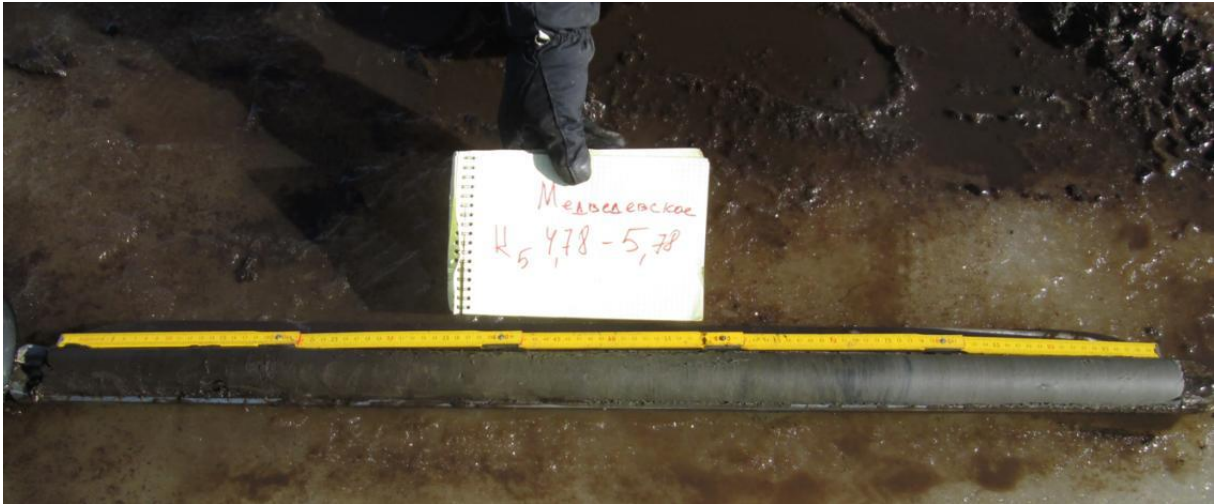


Рис. 3.2 Постепенный переход от минеральных, глинистых отложений позднего неоплейстоцена (справа) к органической гиттии голоцена (слева). Оз. Медведевское, Карельский перешеек, 102,2 м над у.м.



Рис. 3.3 Переход от минеральных, глинистых отложений к голоценовым органическим гиттиям с чередованием в переходной зоне более органическим и минеральных прослоев. Оз. Конюховское, Онежский п-ов Белого моря, 16 м над у.м.

Средняя мощность органических отложений увеличивается с севера на юг (Рис. 3.4), что объясняется наличием большого количества молодых озер, в которых накопление гиттии началось сравнительно недавно, на севере и северо-западе ВЕР. С запада на восток изменений мощности и возраста органического вещества не выявлено.

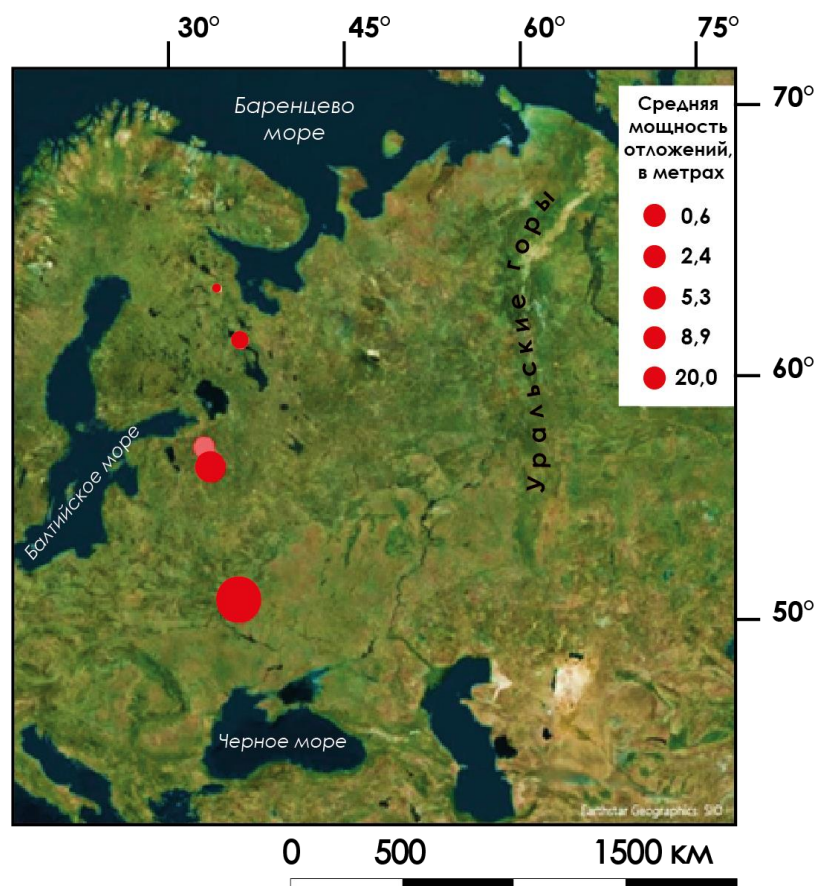


Рис. 3.4. Картодиаграмма изменения мощности органических отложений в озерах с севера на юг. Значками обозначена средняя мощность донных отложений в метрах. Построена на основе данных БД PaleoLake.

Из климатических типов седиментогенеза, выделяемых Н.М. Страховым (1960), в настоящее время для большей части территории ВЕР характерен гумидный тип, отличающийся накоплением органогенных и органоминеральных илов. Исключение составляют южные и юго-восточные окраины ВЕР, где фиксируются семиаридные и аридные условия озерного осадконакопления с преобладанием хемогенной седиментации.

Холодный и сухой климат, господствовавший в перигляциальной зоне, на территории ВЕР в виду охлаждающего воздействия ледника, способствовал распространению тундрово-степных ландшафтов. Эти открытые ландшафты с несформированными или с нарушенным почвенным покровом способствовали преобладанию эрозионных и эоловых процессов на водосборных бассейнах озер и, как следствие, к преобладанию аллохтонной составляющей в озерном осадконакоплении.

Потепление и увлажнение климата в голоцене привело к формированию климатической и ландшафтной зональности. В озерах происходит смена минерального осадконакопления органическим в связи с развитием растительного покрова и почв, с усилением продукционных процессов в озерных экосистемах. В донных отложениях озер возрастает накопление органического вещества. В гумидных условиях голоцена усиливается роль автохтонного седиментогенеза, который начинает преобладать над аллохтонным. На границе неоплейстоцена и голоцена в озерах минерагенный седиментогенез сменяется органическим.

В пространстве и времени происходила смена природно-климатических условий, а именно, потепления сменялись похолоданиями; морские трансгрессии – регрессиями и др. Рассматривая динамику природно-климатических факторов во времени, нами были выделены следующие периоды, каждый из которых имеет отличительные особенности озерного осадконакопления.

- в позднем неоплейстоцене вплоть до начала голоцена, когда климат изучаемого региона был холодным и сухим, преобладал нивальный тип седиментогенеза. В этот период накапливались преимущественно минерагенные осадки в виде крупно и среднезернистых песков, алевритов и грубообломочного материала;

- смена климатических условий от холодных и сухих позднеледниковья (поздний неоплейстоцен) к более тёплым и влажным послеледниковья (голоцен) способствовала формированию современных ландшафтов и гидрографической сети ВЕР. Тип седиментогенеза сменяется с нивального на гумидный. Большинство озер ВЕР сформировалось в этот период;

- в голоцене, по мере формирования почвенно-растительного покрова на водосборных бассейнах и роста продуктивности озерных

экосистем происходила смена минерального осадконакопления на органическое или органогенное;

- в голоцене климатические условия в сочетании с геолого-тектоническими процессами привели к формированию современных изоляционных бассейнов.

3.2. Типы седиментогенеза

На основании кластерного анализа нами были выделены на территории ВЕР три основных типа седиментогенеза (Рис. 3.5; Приложение 2). Различия между ними объясняются морфометрическими и генетическими особенностями котловины озера и условиями их развития (Сырых, 2023):

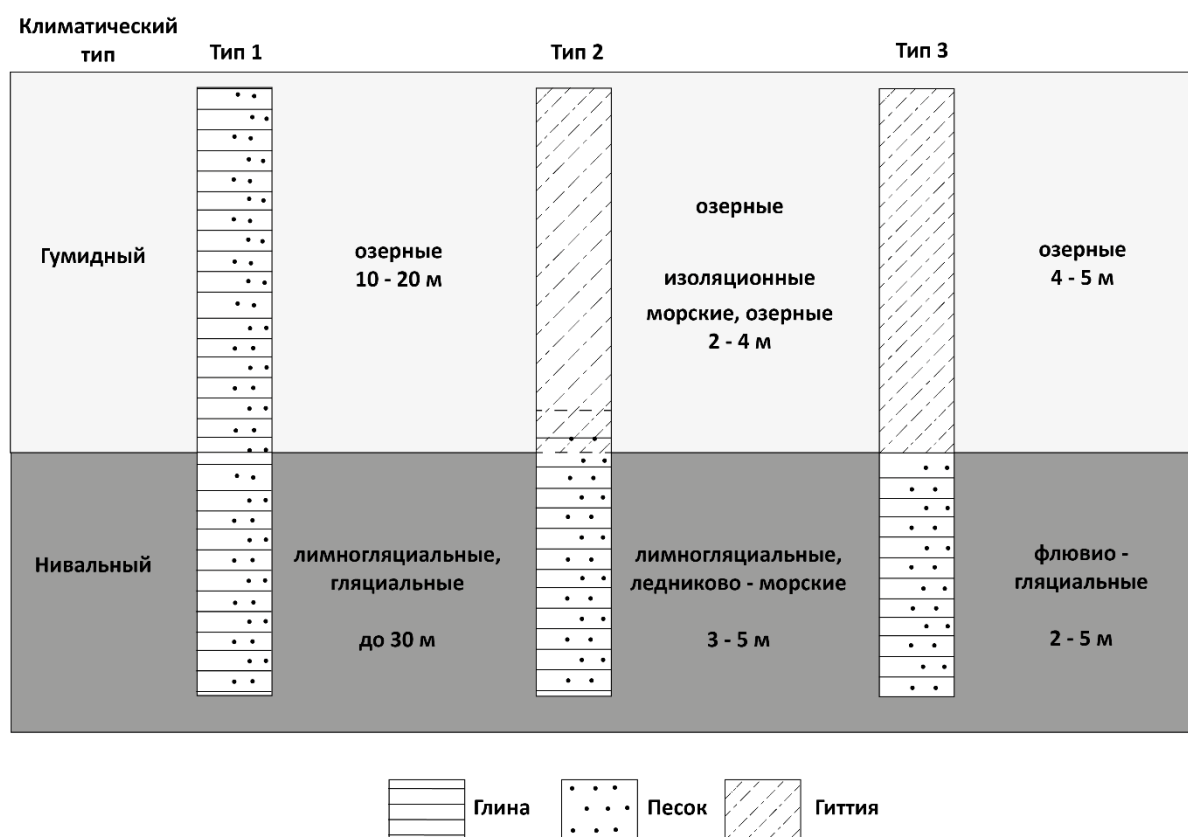


Рис. 3.5 Литостратиграфия ДО и типы седиментогенеза. Условные обозначения: 1 – глинистые ДО, 2 – песчаные/ опесчаненные ДО, 3 – гиттия. Цифрами обозначена средняя мощность донных отложений.

Тип 1. Минерагенный седиментогенез неоплейстоцена. Озерные отложения представлены минеральными, преимущественно алеврит-пелитовыми осадками. Эти отложения характеризуются сравнительно более древним возрастом и большой мощностью – до нескольких десятков метров. Органическое вещество присутствует в малых количествах (первые проценты ППП). Анализ содержания органического вещества показывает (ППП, ТОС) его рост вдоль разреза от 0–1 до 2–4% на рубеже неоплейстоцена и голоцена. Выделенный тип осадконакопления характерен для крупных озер, например, Ладожского и Онежского, Имандры и ряда других (Рис. 3.6).



Рис. 3.6 Лимногляциальные отложения (ленточные глины) Онежского озера

Тип 2. Органо-минерагенный седиментогенез в озёрах на рубеже неоплейстоцена и голоцена. В строении донных отложений выделяются три горизонта: в основании разреза донных отложений таких озер отмечается толща глинистых и песчано-глинистых отложений, сходных с 1-ым типом седиментогенеза, что характерно для крупного водоема. Верхний горизонт представлен гиттией небольшой мощности, в среднем около 2–3 метров. Переходный между ними горизонт зачастую отличается наличием

большого количества прослоев и примесью песка. По возрасту начала органической седиментации в этом типе седиментогенеза выделяются 2 группы озер: а – возраст около 3000–4000 калиброванных (кал.) лет назад, например, оз. Святое, о. Большой Соловецкий (Рис. 3.7), б – возраст 9000–10000 кал. лет назад, например, оз. Полевское, Заонежье (Рис. 3.8). Данный тип седиментогенеза характерен для озер, расположенных в зоне трансгрессий морских (Белое, Черное моря и др.) и крупных пресноводных бассейнов (Ладожское и Онежское).

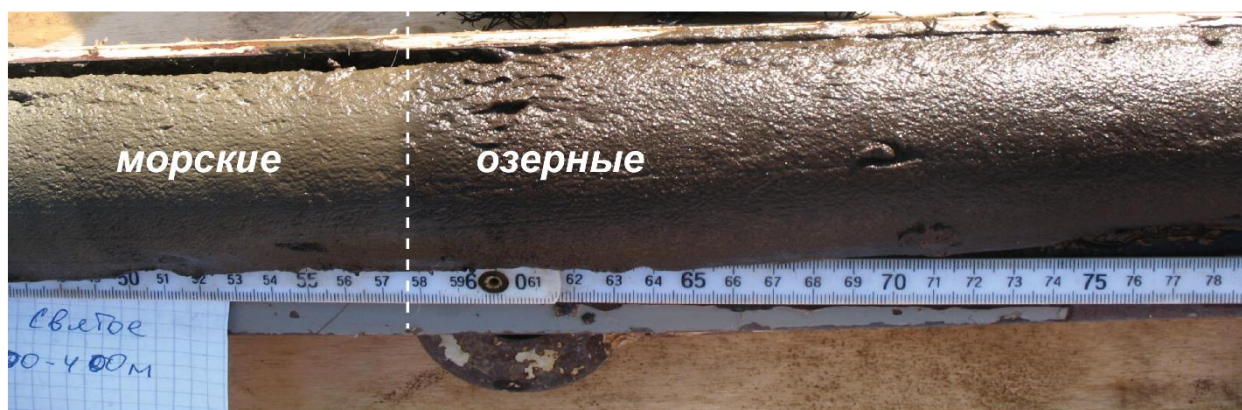


Рис. 3.7 Донные отложения оз. Святое, о. Большой Соловецкий. Возраст изоляции около 2000 кал. л. н.



Рис. 3.8 Отложения изоляционного бассейна оз. Полевское, Заонежье. Возраст изоляции около 10000 кал. л. н.

Тип 3. Органический седиментогенез в голоцене. Данный тип характеризуется накоплением органических осадков большой мощности, в среднем достигающей 3–5 метров. Возраст начала органического накопления оценивается 9000–11000 кал. лет назад. Нередко в основании разрезов

встречаются ледниковые и озерно-ледниковые отложения (Рис. 3.9). Данный тип седиментогенеза характерен для озер, расположенных вне зоны трансгрессий и регрессий крупных морских и пресноводных бассейнов. Седиментогенез в таких озерах различается скоростью осадконакопления, которая зависит от местоположения озер, поэтому в нем выделяются два подтипа: 3а – седиментогенез в озерах, расположенных на высоких отметках, часто на водораздельных поверхностях и 3б – седиментогенез в озерах, расположенных на склонах крупных возвышенностей ВЕР. На водораздельных поверхностях скорость озерного осадконакопления несколько ниже, чем в озерах, расположенных ниже, на склонах.

Внутри данного типа также можно выделить по составу два вида донных отложений: отложения в озерах, расположенных в зоне распространения валдайского ледника и отложения озер в перигляциальной зоне. Литостратиграфия донных отложений озер в зоне распространения валдайского ледника отличается наличием в минерагенных осадках грубообломочного материала. В минерагенных осадках озер перигляциальной зоны таких отложений не выявлено.



Рис. 3.9 Донные отложения оз. Медвежьеозое, Карельский перешеек.

Более дробная классификация, основанная в том числе и на более детальных климатических характеристиках, на данный момент невозможна по ряду причин: отсутствие единообразия в литологической характеристике донных отложений озер в разных источниках; отсутствие количественных данных гранулометрического и геохимического составов, которые бы могли дать возможность рассмотреть климатический фактор седиментогенеза более подробно и оценить влияние таких аспектов как смена увлажнения, динамика поверхностного стока.

3.3. Классы озер по типам седиментогенеза

На основе выделенных типов седиментогенеза разработана классификация озер ВЕР. Были выделены следующие классы (Рис. 3.10):

- озера 1-го типа седиментогенеза, представленные глубоководными и крупными озерами (Ладожское, Онежское и др.). Особые условия для формирования донных отложений в них создают обширные водосборные бассейны, площади водной поверхности и значительные глубины. Роль органической составляющей в осадконакоплении невелика;

На границе неоплейстоцена и голоцена современные озера – Ладожское, Онежское и Имандра – были частью более крупных водоемов. Донные отложения в этих озерах сходны с морскими осадками. Сходный тип донных отложений фиксируется в озерах Большое и Малое Щучье, и Лядхей-То, расположенных на Урале. Снос в эти озера происходит с большой площади. Большая площадь самих озер и значительная глубина создают особые условия для осадконакопления. Донные осадки представлены песчано-глинистыми отложениями с незначительным содержанием органики (4–5 %), начало накопления фиксируется в переходный период от неоплейстоцена к голоцену.

- к озерам 2-го типа седиментогенеза относятся изоляционные бассейны, приуроченные к прибрежной зоне современных морских и

пресноводных бассейнов, испытывавших трансгрессии и регрессии. Их развитие проходило в три стадии: глубоководный бассейн (приледниковый, морской), изоляция (стратифицированный водоем с анаэробными условиями), изолированный водоем (пресноводное озеро), которые нашли отражение в литостратиграфии донных отложений. Механизмы изоляции озер могут быть различными, однако разрезы донных отложений всех изоляционных бассейнов имеют сходное строение. Среди озер 2 класса по возрасту изоляции особенно выделяются 2 группы: 2а – древние 10000 – 8000 кал. лет и 2б – молодые 5000 – 3000 кал. лет. Примером озер первых могут служить некоторые озера Заонежья: Нижнее Мягрозеро, Путкозеро и др. Ко вторым относятся озера острова Валаам (Никоновское, Зимняковское и др.)

Изоляционные бассейны образовывались в прошлом в результате динамики глубины и береговой линии морских пресноводных бассейнов и/или тектонические движения (Кузнецов и др., 2022; Кузнецов, Субетто, 2019; Long et al., 2011). В связи с чем наличие изоляционных бассейнов отмечается в непосредственной близости от современных морских и пресноводных бассейнов, более древние находятся в пределах распространения палеобассейнов. Литостратиграфия донных отложений в таких озерах повторяет этапы изоляции озера и в строении ДО выделяют 3 основных типа седиментов: отложения крупного водоема как правило эти горизонты имеют ту же стратиграфическую последовательность, что и отложения крупного бассейна; переходный горизонт отложений формируется в процессе изоляции, и отложения отделившегося бассейна, представлены как правило органогенными осадками. После изоляции начинается накопление гиттии

- озера 3-го типа седиментогенеза включают в себя озера, расположенные вне зоны трансгрессий, на формирование донных отложений которых не влияли крупные водные бассейны. Внутри класса

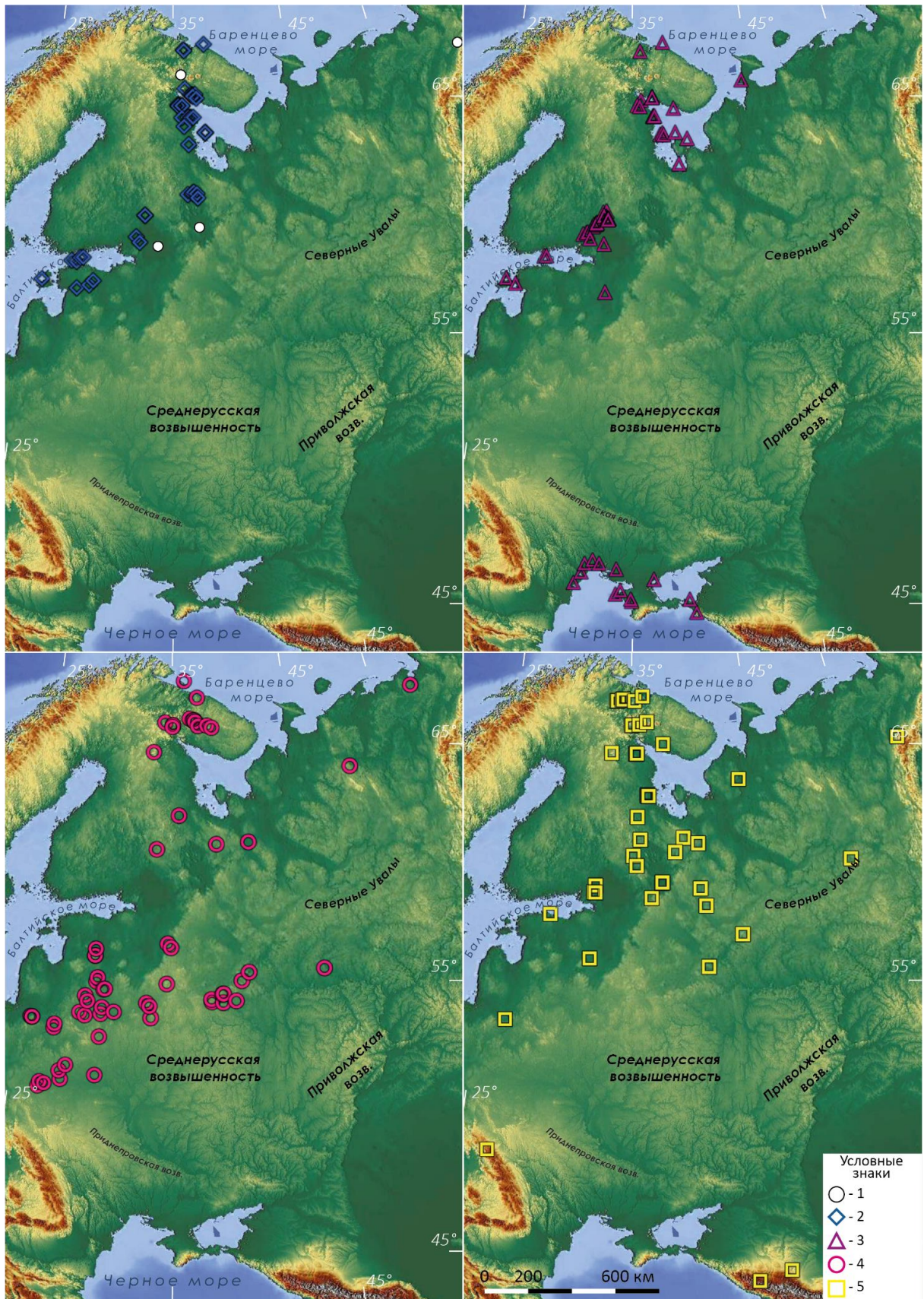


Рис. 3.10. География озер разных типов седиментогенеза. 1 – 1й Тип седиментогенеза, 2 – Тип 2а, 3 – Тип 2б, 4 – Тип 3а, 5 – Тип 3б

выделяются 2 подкласса: 3а – озера, расположенные в самой высокой части водоразделов, и 3б – озера, расположенные на склонах крупных возвышенностей. Между собой подклассы различаются скоростью накопления органогенных осадков. Примером озер первого подкласса могут быть озера Глубокое, Тростенское, Терebenское, расположенные на Смоленско-Московской и Валдайской возвышенностях. К озерам второго подкласса можно отнести Окуньозеро и Малое (Олонецкий перешеек) расположенные на склонах возвышенностей.

Накопление органогенных горизонтов (гиттии) фиксируется с 14000–13000 л. н. (например, оз. Ямозеро, 13860 ± 90 кал. л. н. из Henriksen et al., 2008), что соотносится с изменениями природных обстановок в связи с потеплением климата на исследуемой территории. Однако корреляция данных по времени и в пространстве показывает асинхронность в развитии седиментационных процессов. Смена минерагенного органогенным накоплением происходит в разных районах ВЕР одновременно, но при этом в озерах одного и того же района она может происходить в разные временные интервалы. В целом, важным аспектом динамики климата на рубеже неоплейстоцена и в голоцене является ускорение гидрографических процессов и образования озер на всей территории ВЕР, а также переход к органогенному седиментогенезу.

Разработанная классификация является довольно узкой в своем использовании. Существенный недостаток данных гранулометрического и геохимического состава донных отложений, отсутствие или недостаточное количество датировок исследованных колонок, а также разница в представлении литологии в публикациях не позволяет наиболее полно оценить влияние климатического фактора на седиментогенез, рассмотреть его в полной мере с самого начала до настоящего времени и оценить с точки зрения динамики увлажнения. Также существует значительный пробел в

палеолимнологических данных для юга и востока равнины, необходимых для полной оценки седиментогенеза на обширной территории ВЕР. В совокупности эти материалы помогли бы дополнить и расширить представление о пространственно-временных особенностях седиментогенеза на территории всей равнины и позволили оценить роль других палеогеографических событий в динамике озерного седиментогенеза ВЕР.

Таким образом, по возрасту, составу и стратиграфии донных отложений озер нами были выделены следующие типы седиментогенеза озер в пределах Восточно-Европейской равнины: минерагенный, органо-минерагенный, органогенный седиментогенез. Выделенные типы легли в основу классификации, согласно которой озера Восточно-Европейской равнины были разделены на три класса: 1-й класс озер представлен глубоководными крупными озерами с преобладанием минерагенного типа осадконакопления; 2-й класс озер включает изоляционные бассейны, сформировавшимся в зонах трансгрессий и регрессий, для которых характерно наличие минерагенной толщи в основании разреза осадков, переходного горизонта и толщи органогенных отложений (гиттия) – носит черты 1 и 3 типов седиментогенеза. 3-й класс включает озера, расположенные вне трансгрессивно-регрессивных зон, донные отложения которых представлены преимущественно органогенными осадками.

Изменение климата несомненно важный фактор, влияющий на седиментогенез в озерах ВЕР, однако в пределах исследуемого региона его влияние ограничено. Существенное влияние на изменение седиментационных обстановок также оказали масштабные палеогеографические события, такие как трансгрессии и регрессии крупных морских и континентальных бассейнов.

Глава 4. Реконструкция природно-климатических условий формирования и развития некоторых озер

Влияние изменения климата на рубеже неоплейстоцена и голоцена является одной из важных причин изменения природных обстановок. Актуальным остается вопрос: повлияло ли повышение температуры на накопление органики в озерах. Нами были отобраны некоторые озера, относящиеся к разным классам, для которых проведена реконструкция палеотемператур.

4.1. Географическое положение исследуемых озер

В базе данных PaleoLake (Субетто, Сырых, 2014; Syrykh et al., 2014, 2021) содержится информация о 15 озерах, донные отложения которых изучались с помощью хирономидного анализа (Рис. 4.1): Лядхей-То и Харбей (Большеземельская тундра), Большое Щучье (хр. Полярный Урал); Имандра, Купальное, Чуна, Антюх-Ламбина, Беркут (Кольский полуостров), Южное Хаугилампи (Западно-Карельская возв.), Полевское (Заонежье), Медведевское (Карельский перешеек), Жижицкое и Усвятское (Валдайская возв.), Глубокое (Смоленско-Московская возв.), Камышовое (Виштынецкая возв.), а также озерные отложения разрезов Сертея (Смоленское Поозерье) и Куликово (Самбийский п-ов).

В озере Имандра проанализированы короткие керны отложений, возрастом до 200 лет (Pyashuk et al., 2002, 2003), и длинные колонки, охватывающие позднеледниковье и голоцен. Короткие колонки исследованы также в озерах Харбей и Чуна (Назарова и др., 2014; Pyashuk & Pyashuk, 2001; Nazarova et al., 2017). Основной целью данных исследований является реконструкция природы и климата последних десятилетий и антропогенное влияние в данный период.

В остальных озерах и разрезах Сертея и Куликово, исследованный период охватывает поздний неоплейстоцен и голоцен (Mroczkowska et al., 2021; Płóciennik et al., 2020, 2022; Druzhinina et al., 2023). Отдельный интерес для палеогеографии имеет переход от позднего неоплейстоцена к голоцену и ранний голоцен, поскольку данный переход сопровождался целой чередой событий (дегляциация, динамика крупных морских и пресноводных бассейнов и др.), которые привели к глобальным перестройкам природных обстановок всей Восточно-Европейской равнины и прилегающих районов.

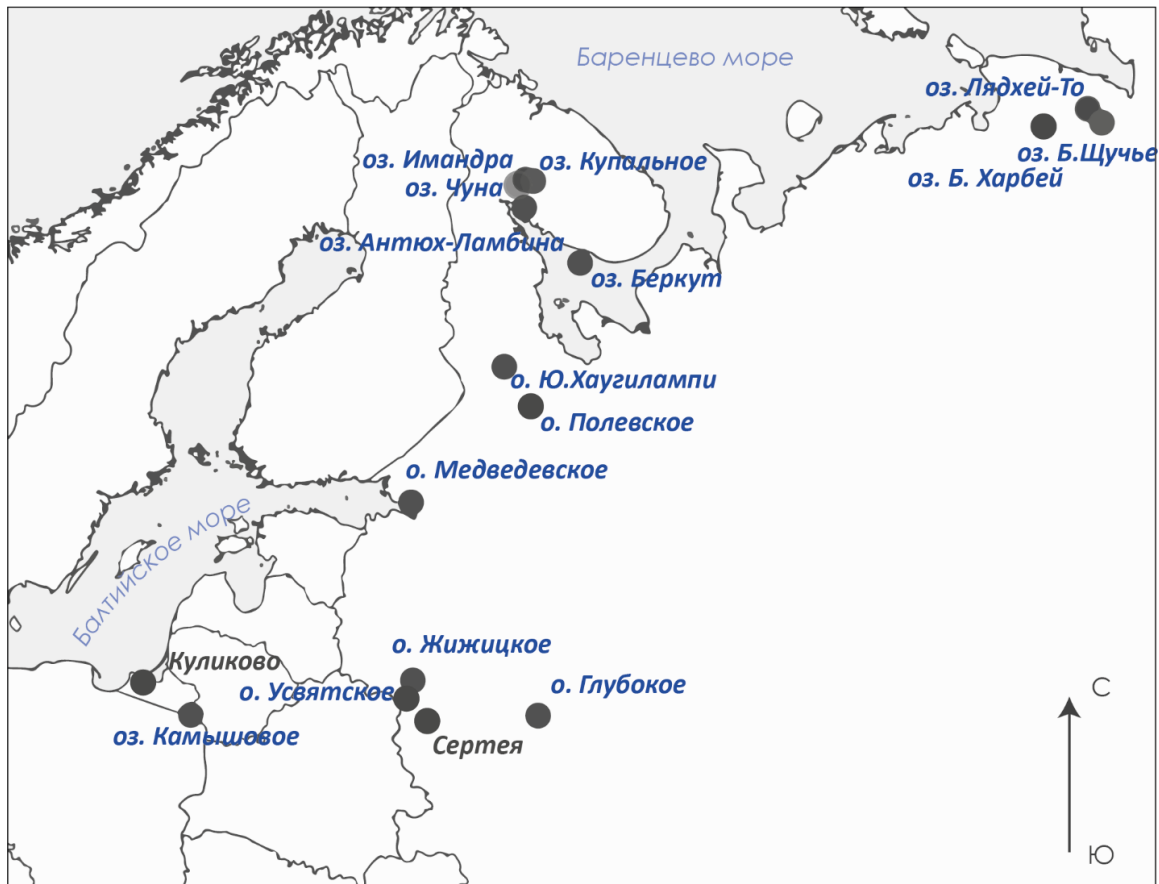


Рис. 4.1 Озёра и разрезы, апробированные хирономидным анализом.

Для разрезов Куликово (Самбийский п-в, ~ бёллинг-аллерёд), озер Усвятское (юг Валдайской возв., 5000 – 6000 л.н.) и Полевского (Заонежье, ~ 12000 кал. л. н.) в опубликованных материалах не приводится количественная реконструкция средних июльских температур воздуха, выполненная на основе хирономидного анализа (Сырых и др., 2020, 2023; Пронина и др., 2023; Druzhinina et al., 2023).

Колонки отложений 11 озер: Лядхей-То, Большое Щучье, Имандра, Купальное, Антюх-Ламбина, Беркут, Южное Хаугилампи, Медведевское, Жижицкое, Глубокое, Камышовое –, которые охватывают позднеледниковые и голоцен, были проанализированы комплексом палеогеографических методов, включая количественную реконструкцию температур на основе хирономидного анализа. Общая характеристика каждого озера представлена в таблице 4.1. Литостратиграфия отложений всех озер приведены на рисунке 4.2. Данные озера относятся к 1 и 3 классу, разработанной нами классификации.

Таблица 4.1

Характеристика исследованных озер из разных регионов ВЕР. Площадь рассчитана в ARCGIS online <https://www.arcgis.com/>. Возраст калиброван с помощью программы OxCal 4.4 <https://c14.arch.ox.ac.uk> (Bronk, Ramsey, 2020) калибровочная кривая IntCal20 (Reimer et al., 2020). ЛТ – Лядхей-То, БЩ – Большое Щучье, И – Имандра, Ку – Купальное, АЛ – Антюх-Ламбина, Бе – Беркут, ЮХ – Южное Хаугилампи, М – Медведевское, Ж – Жижицкое, Г – Глубокое, Ка – Камышовое.

	ЛТ	БЩ	И	Ку	АЛ	Бе	ЮХ	М	Ж	Г	Ка
Координаты, ° с.ш., в.д.	68,25 65,75	67,88 66,3	67,67 33,00	67,66 33,63	67,06 33,31	66,18 36,66	63,55 33,33	60,23 29,9	56,22 31,22	55,76 36,51	54,38 22,71
Высота, м н.у.м	150	187	127	352	59,4	25	153	102,2	166	203,7	192
Площадь, кв.км.	1,85	11,8	812	0,02	0,18	0,01	0,276	0,44	57,3	0,59	0,21
Макс.глубина, м	26	140	67	4,8	4	6	11,5	4	7,8	32	3,8
Природная зона	тундра	тундра	лесотундра	лесотундра	лесотундра	тайга	тайга	тайга	тайга	тайга	тайга
Мощность исследованной колонки, м.	11	54	8,46	1,31	2,89	1,58	3,5	2,36	5,5	4,0	9,7
Мощность гиттии, м.	0*	0*	0*	1,31	2,05	1,58	3,25	1,35	4,86	3,40	8,5
Возраст исследованной колонки, кал. л. н.	1116 3	3009 0	2181 7	9836	8357	9939	1269 1	1228 4	~150 00	1086 8	1346 0
Источник	Andreev et al., 2005	Lenz MM et al., 2022; Meyer et al., 2022	Lenz M et al., 2020, 2022	Ilyashuk et al., 2013	Syrykh et al., 2016; Grekov et al., 2016	Ilyashuk et al., 2005	Syrykh et al., 2019	Сырых и др., 2015; Nazarova et al., 2020	Костромина, Титов, 2016; Tarasov et al., 2022	Nazarova et al., 2015b	Syrykh et al., 2018; Druzhinina et al., 2020

*В публикации гиттией обозначены горизонты глины с содержанием органики до 4–5%. В данной работе гиттия обозначает седименты с содержанием органики 20–50% (Геологический словарь, 2010).

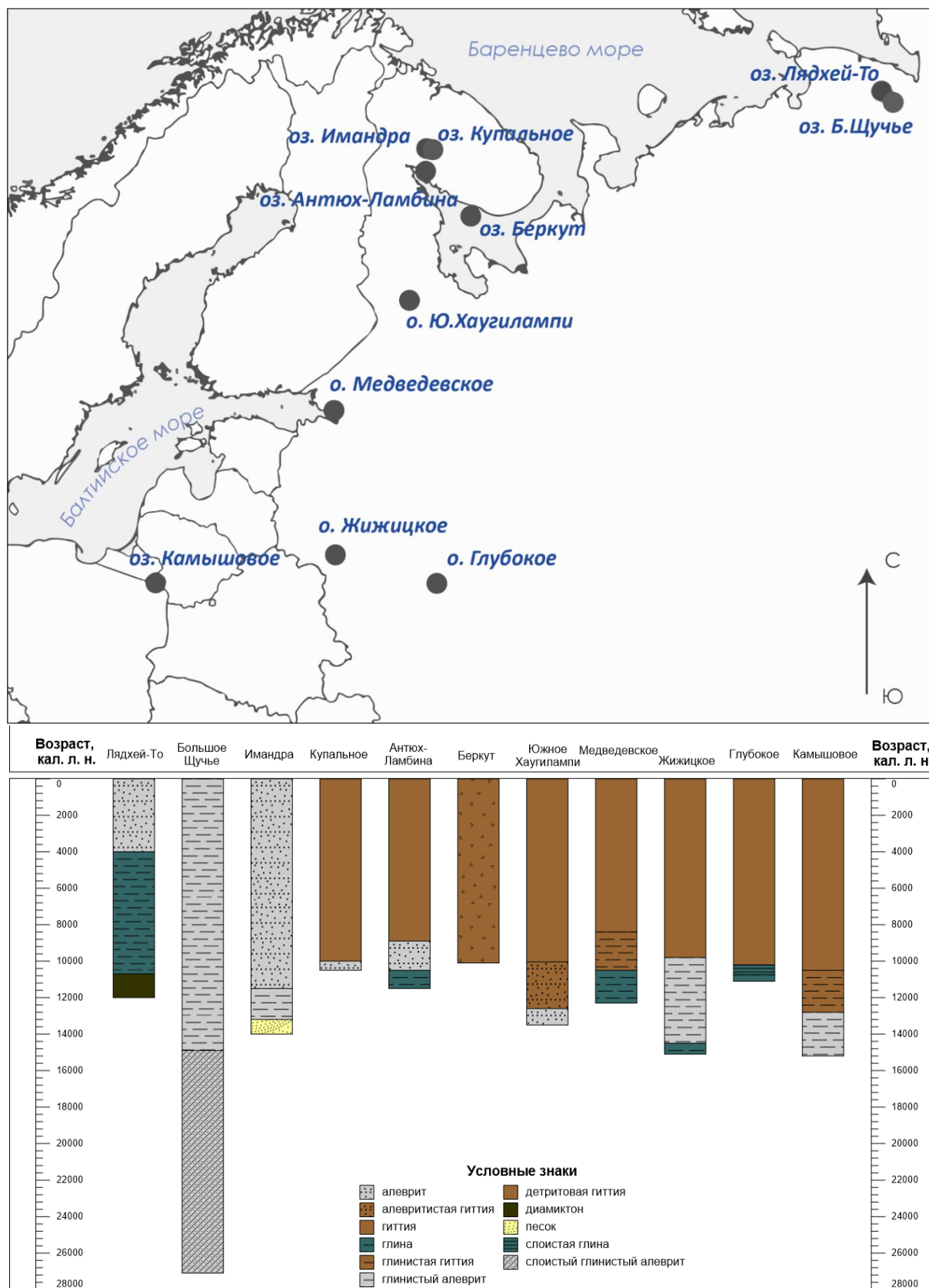


Рис. 4.2. Литостратиграфия донных отложений исследованных озер.

4.2. Природно-климатические условия седиментогенеза озер класса 1

Озера Лядхей-То, Имандра и Большое Щучье, согласно представленной нами классификации, относятся к 1 классу седиментогенеза. Это крупные, глубоководные водоемы с минерагенными отложениями большой мощности. Донные отложения представлены преимущественно алевритами и глинами с низким содержанием органического вещества. Все три озера являются также самыми северными по географическому положению, они расположены в тундрово-лесотундровых ландшафтах.

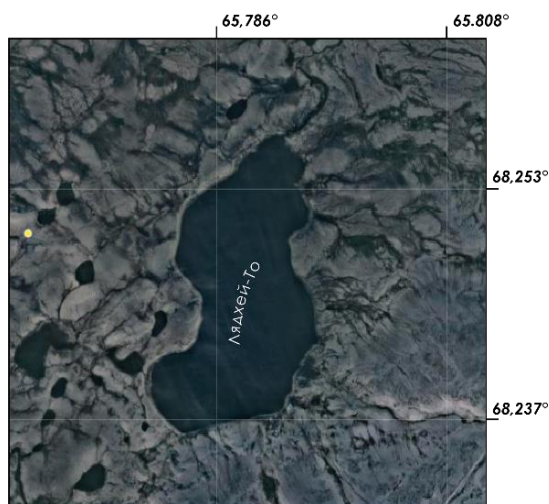


Рис. 4.3. ГП оз. Лядхей-То

Озеро Лядхей-То (Рис. 4.3). В основании разреза донных отложений представлен диамиктоном – слабо сортированными отложениями с переслоями гравия и алевритистого торфа. Горизонты диамиктона перекрыты слоистыми глинами. Содержание общего органического углерода увеличивается в интервале

10700–10600 кал. л.н. с 0,3–0,5 до 3–4%. В хирономидных сообществах доминируют таксоны-обитатели литорали водоемов. Общее количество головных капсул невелико, идентифицированные таксоны относятся к обитателям холодных вод (*Abiskomia*, *Heterotrissocladus subpilosus*, *Micropsectra insignilobus*-type). Около 10500 кал. л.н. происходит смена таксономического состава: увеличивается разнообразие термофильных хирономид (*Cladotanytarsus mancus*-type, *Dicrotendipes*, *Parakiefferiella bathophila*-type, *Stictochironomus*). Средние летние температуры в этот период резко повышаются в диапазоне +10 ... +11,6 °C (Andreev et al., 2005) (Рис. 4.6).

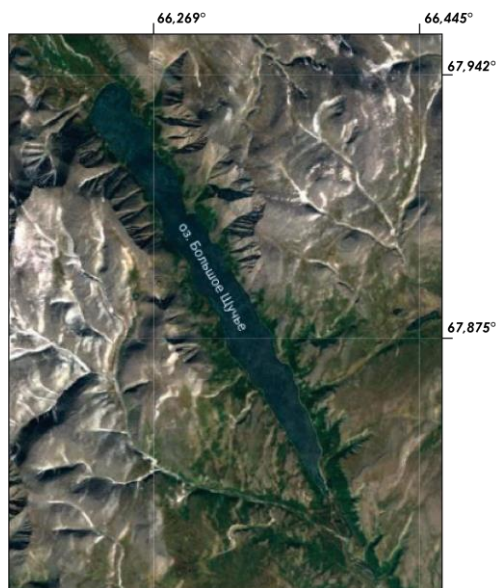


Рис. 4.4. ГП оз. Б. Щучье

Колонка донных отложений представлена мощными отложениями глинистых алевритов. Содержание органического углерода постепенно увеличивается с 0,3 до 0,7 % в период с 14900 до 11500 кал. л. н. и затем до 1,5–1,7% к 9100 кал. л. н. (Lenz et al., 2022). В сообществах хирономид доминируют холодноводные stenothermic *Heterotrissocladius grimshawi*-type и *Heterotrissocladius subpilosus*-type. Также в данный период представлены фитофильные таксоны *Limnophyes-Paralimnophyes*, *Smittia-Parasmittia*, *Pseudosmittia*. В этот период фиксируется увеличение средних летних температур с +6,9 °C до +14 ... +15 °C (Рис. 4.7).

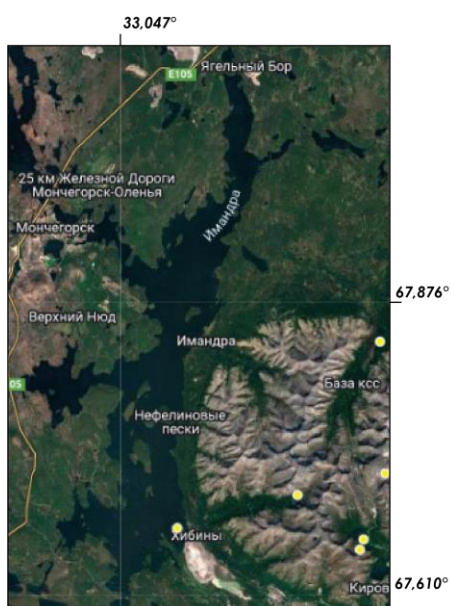


Рис. 4.5. ГП оз. Имандра

Озеро Большое Щучье (Рис. 4.4). Колонка донных отложений представлена мощными отложениями глинистых алевритов. Содержание органического углерода постепенно увеличивается с 0,3 до 0,7 % в период с 14900 до 11500 кал. л. н. и затем до 1,5–1,7% к 9100 кал. л. н. (Lenz et al., 2022). В сообществах хирономид доминируют холодноводные stenothermic *Heterotrissocladius grimshawi*-type и *Heterotrissocladius subpilosus*-type. Также в данный период представлены фитофильные таксоны *Limnophyes-Paralimnophyes*, *Smittia-Parasmittia*, *Pseudosmittia*. В этот период фиксируется увеличение средних летних температур с +6,9 °C до +14 ... +15 °C (Рис. 4.7).

Озеро Имандра (Рис. 4.5). Донные отложения представлены алевритами. Содержание органики увеличивается с 0,2 до 5% в период 11700–11500 кал. л. н. Доминирующие таксоны *H. subpilosus*-type и *H. grimshawi*-type, которые относятся к холодноводным таксонам, и таксоны-убиквисты такие, как *Chironomus anthracinus*-type и *Microtendipes pedellus*-type, которые могут обитать в широком диапазоне экологических условий. В этот период отмечается снижение температуры с +15 °C до +13 °C. Таксоны рода *Heterotrissocladius spp* встречены и в самых нижних частях отложений, датированных 13000 кал. л. н. Это позволяет заключить, что озеро Имандра была частью пресноводного бассейна в тот период (Рис. 4.8).

период отмечается снижение температуры с +15 °C до +13 °C. Таксоны рода *Heterotrissocladius spp* встречены и в самых нижних частях отложений, датированных 13000 кал. л. н. Это позволяет заключить, что озеро Имандра была частью пресноводного бассейна в тот период (Рис. 4.8).

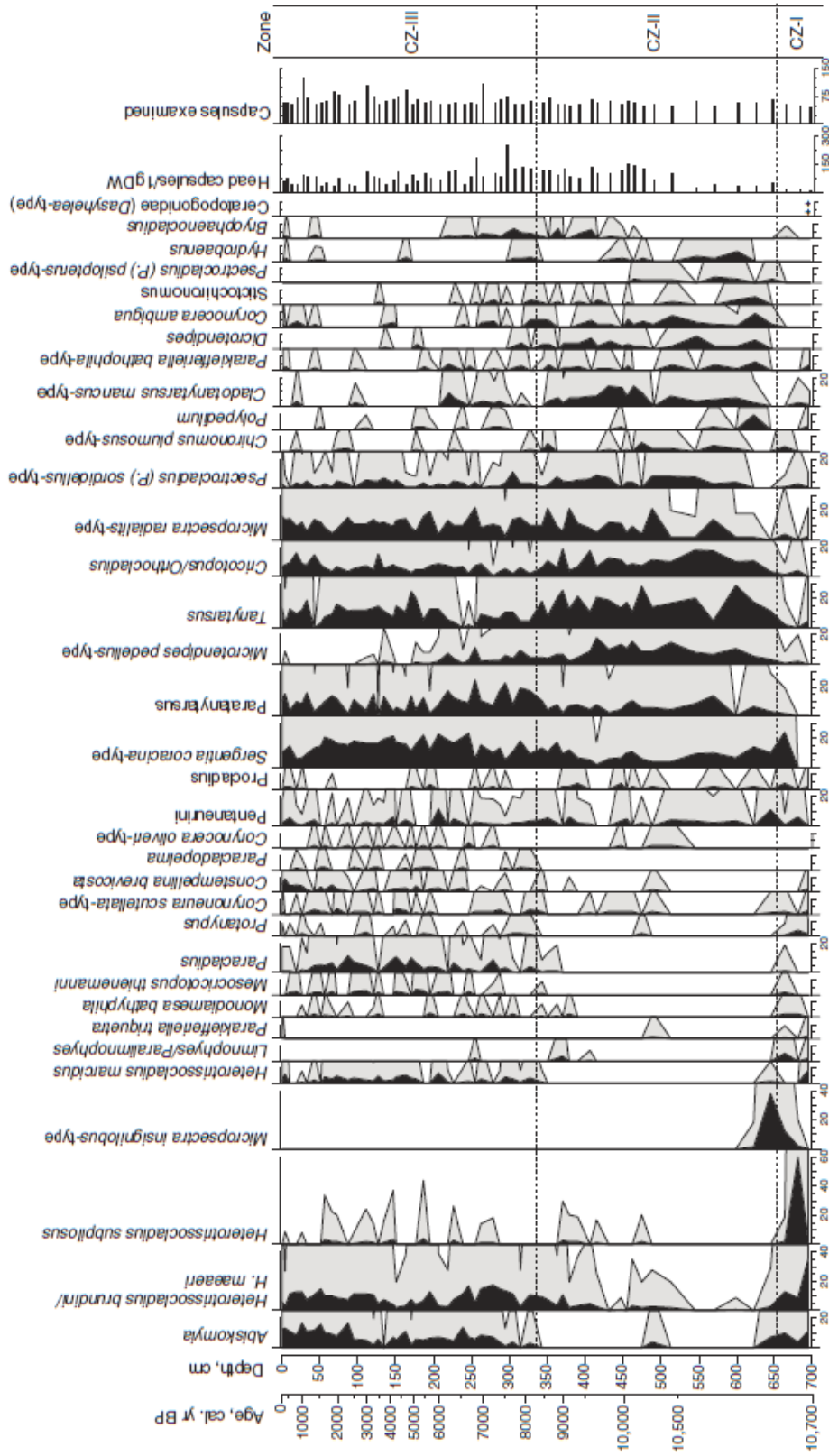


Рис. 4.6. Стратиграфическая диаграмма озера Лядхей-Го (Andreev et al., 2005).

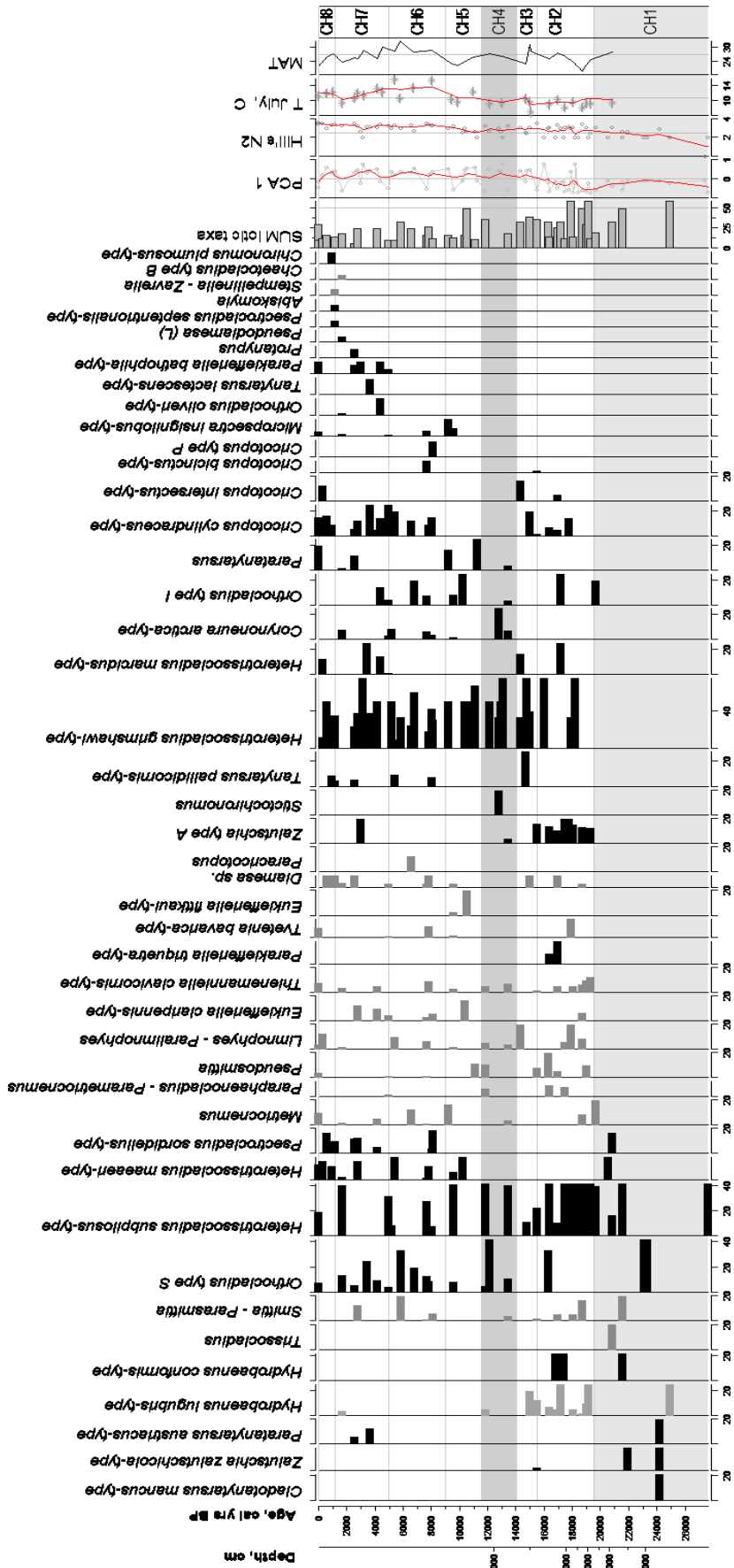


Рис. 4.7. Стратиграфическая диаграмма хиروномидного анализа озера Большое Щучье. Содержание головных капсул хирономид указано в процентах. PCA1 – результат анализа главных компонент. Hill's N2 – индекс Хилла; T July, S – реконструированные среднеиюльские температуры воздуха, MAT (Modern Analog Technique) – Метод современных аналогов. В правой колонке обозначены стратиграфические зоны.

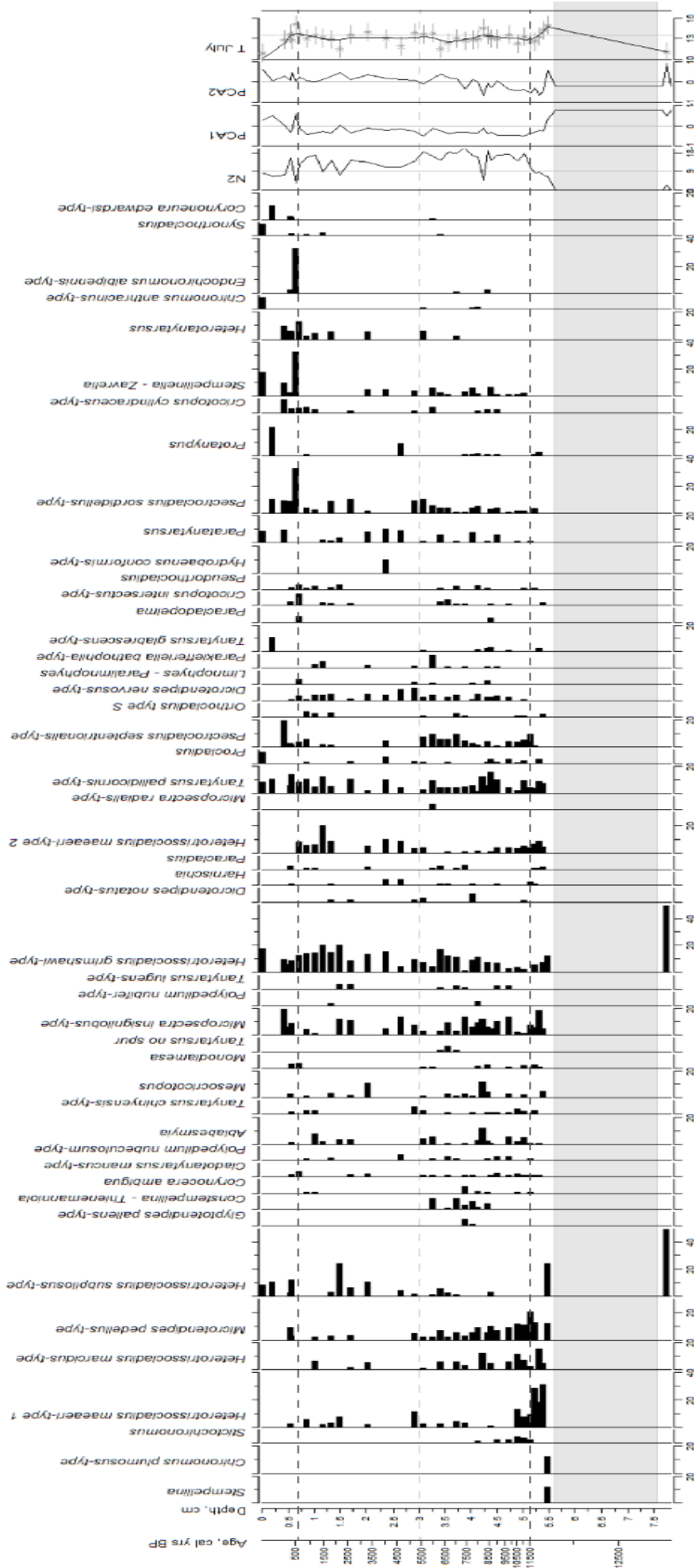


Рис. 4.8. Стратиграфическая диаграмма хирономидного анализа озера Имандра. PCA1 – результат анализа главных компонент. Hill's N2 – индекс Хилла; T July, C – реконструированные среднеиюльские среднеиюльские температуры воздуха.

Особенности:

Седиментогенез в озерах Имандра, Лядхей-То и Большое Щучье носит черты нивального. Донные осадки представлены алевритами. Увеличение накопления органического вещества происходит не синхронно и имеет разную продолжительность. Наиболее продолжительный и постепенный – в озере Большое Щучье. В озерах Лядхей-То и Имандра накопление органики начинается резко в период 11700-11500 кал. л.н. и 10700-10600 кал. л. н. Для озера Имандра в этот период происходит понижение средних летних температур, Для Б. Щучьего и Лядхей-То характерно повышение средних летних температур на водосборе.

4.3. Природно-климатические условия седиментогенеза озер класса 3

Озера Купальное, Антюх-Ламбина, Беркут, Южное Хаугилампи, Жижицкое, Медведевское, Глубокое, Камышовое относятся к третьему классу седиментогенеза. Это озера относительно небольшие по площади и глубине, донные отложения которых представлены гиттией. Данные озера расположены в лесных ландшафтах, в природных зонах лесотундры и тайги.



Рис. 4.9. ГП оз. Купального

Озеро Купальное (Рис. 4.9).

Резкое увеличение накопления органики в донных отложениях происходит около 10200–9700 кал. л. н. доминирующим таксоном является *Corynocera ambigua*, которая ассоциируется с высокой минерализацией озерных вод. Ей на смену приходят фитофильные *Zalutschia* type A и *Psectrocladius*. Реконструированные температуры фиксируют потепление климата во

время смены осадконакопления. Средние июльские температуры возрастают с $+9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Рис. 4.12).



Рис. 4.10. ГП оз. Антюх-Ламбина

начинается около 9000–8800 кал. л. н. Вместе с тем отмечается смена доминирующих таксонов хирономид: таксоны-убиквисты *Tanytarsus mendax*-type и *Chironomus plumosus*-type сменяются *Sergentia coracina*-type, и затем – *Heterotrissocladius marcidus*-type, предпочитающими умеренно-холодные водоемы. В этот период отмечается некоторое похолодание, реконструированные температуры июля снижаются с $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $\sim+11\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Рис. 4.13).



Рис. 4.11. ГП оз. Беркут

Озеро Антюх-Ламбина (Рис.

4.10). В колонке донных отложений отмечается четкий переход от минерогенного к органогенному седиментогенезу. Согласно данным ППП, постепенное увеличение содержания органики в донных отложениях начинается около 11000 кал. л. н. Накопление гиттии

Озеро Беркут (Рис. 4.11). Донные отложения представлены детритовой гиттией. Нижние горизонты колонки отложений идентифицировали инициальную стадию развития озера и были датированы 10000 кал. л. В сообществе хирономид доминируют убиквисты *Chironomus anthracinus*-type и *Tanytarsus*, а также *Corynocera ambigua*, которая предпочитает водоемы с высокой

прозрачностью и минерализацией. Реконструированная температура июля в

данный период +12,5 ... +13 °С. Отмечается общий тренд к похолоданию: к 6000 кал. л. н. реконструированные температуры понижаются до +11 °С (Рис. 4.14).

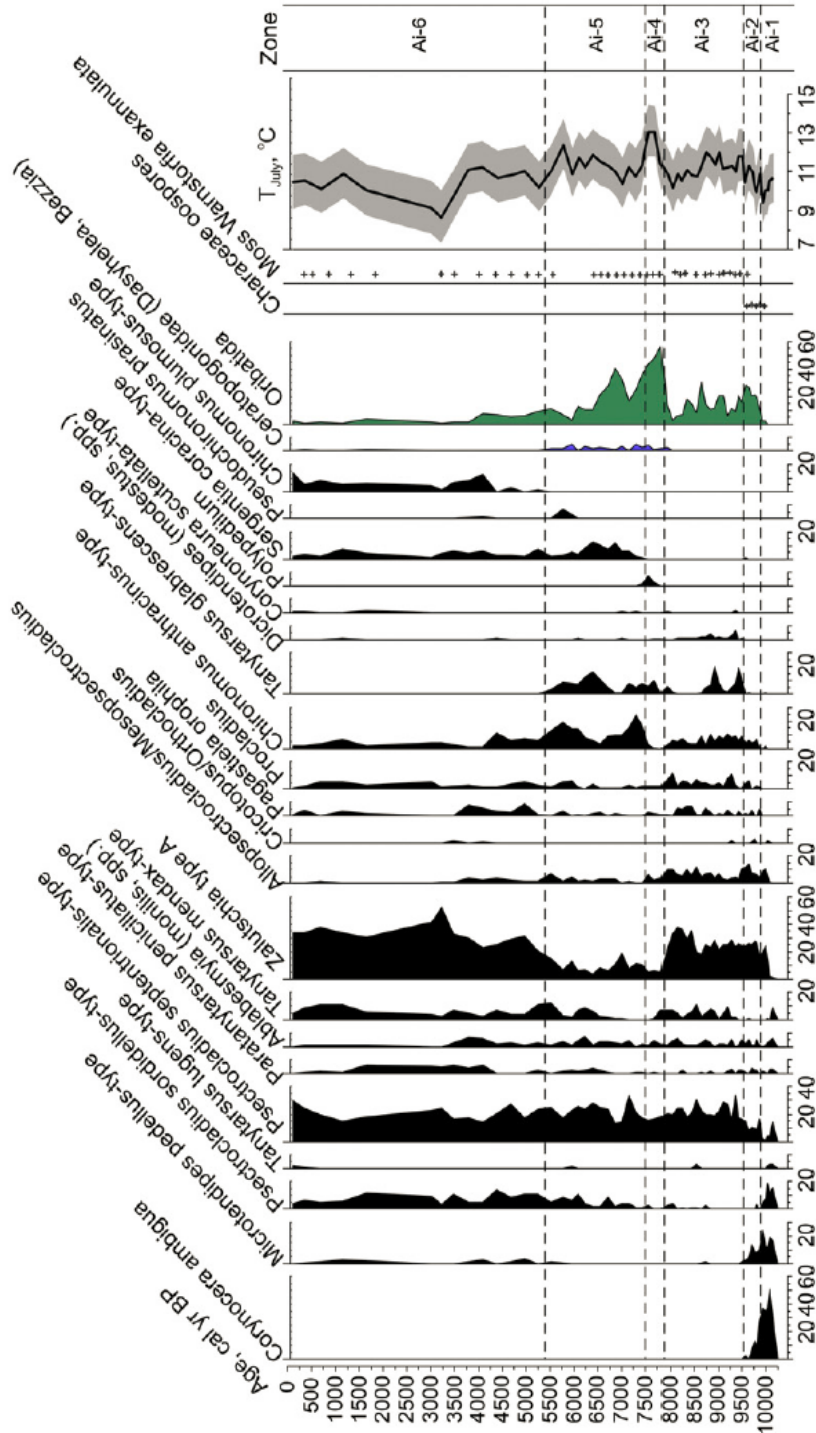


Рис. 4.12. Стратиграфическая диаграмма озера Купальное (Pyashuk et al., 2013). T July, C – реконструированные средние июльские температуры воздуха.

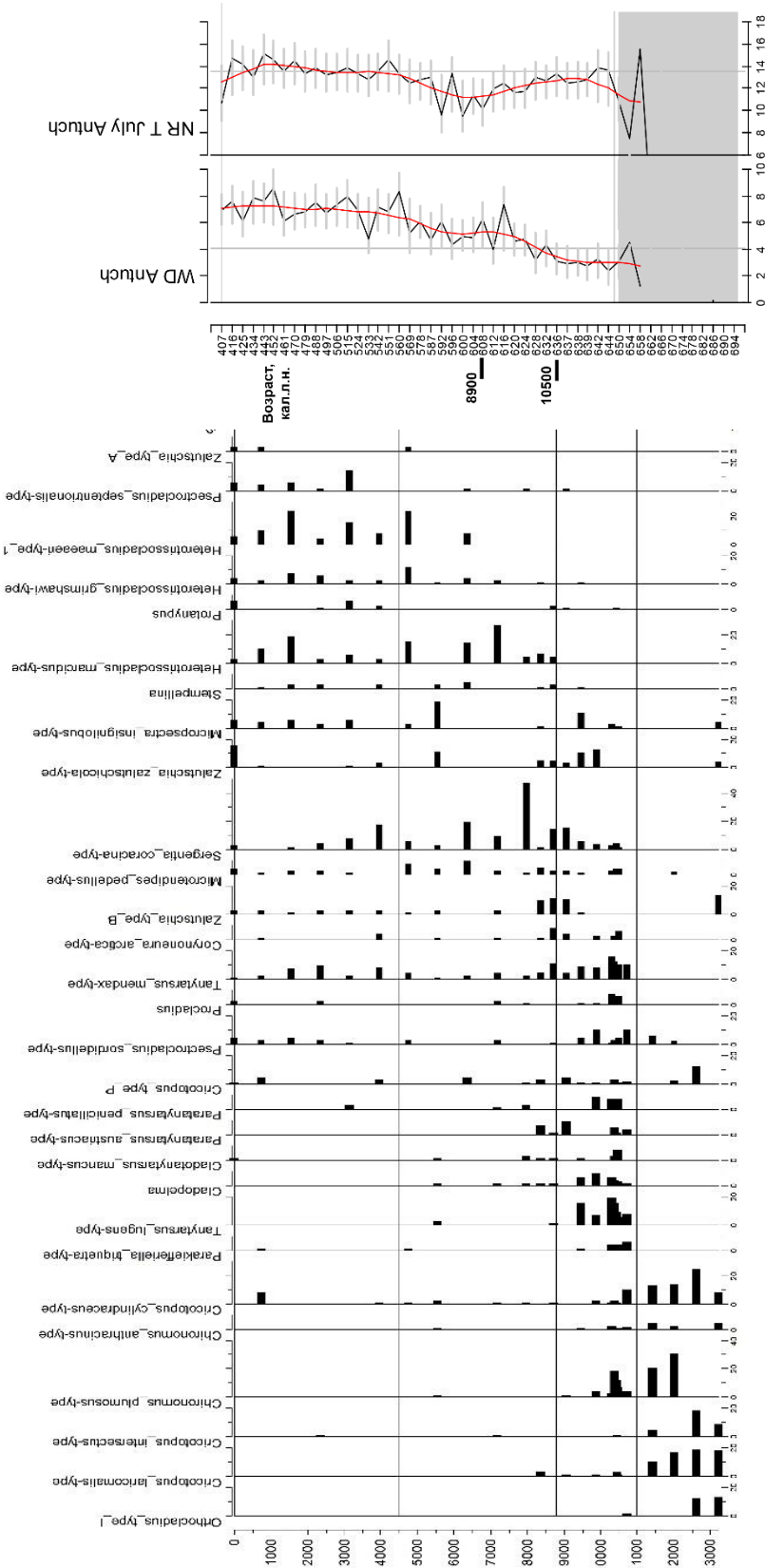


Рис. 4.13. Стратиграфическая диаграмма оз. Англиох-Ламбина. Реконструированные глубина озера (WD) и среднеиюльские температуры воздуха (T July, C)



Рис. 4.15 ГП оз. Южное Хаугилампи

В основании колонки донных отложений находятся алевриты и пески. Накопление органики начинается около 12600—12500 кал. л. н. Переход к накоплению гиттии происходит около 10000 кал. л. н. В хириноmidных сообществах распространены таксоны-убиквисты *Chironomus anthracinus*-type и *Tanytarsus pallidicornis*-type. Около 9000 кал. л. н. доминирующее положение занимают тепловодные таксоны *Cladopelma*, *Pseudochironomus*, *Polypedilum nubeculosum*-type. Реконструированные условия фиксируют потепление климата и увеличение средних летних температур с +13 °C до +16 ... +17 °C (Рис. 4.17).



Рис. 4.16. ГП оз. Медведевское

Озеро Южное Хаугилампи (Рис.

4.15). В основании колонки донных отложений находятся алевриты и пески. Накопление органики начинается около 12600—12500 кал. л. н. Переход к накоплению гиттии происходит около 10000 кал. л. н. В хириноmidных сообществах распространены таксоны-убиквисты *Chironomus anthracinus*-type и

Озеро Медведевское

(Рис. 4.16).

Смена осадконакопления и увеличение содержания органики происходит 10500 – 8500 кал. л. н. В то же время происходит смена доминантных таксонов: исчезают холодноводные

Micropsectra insignilobus-type, *Sergentia coracina*-type, *Heterotrissocladius maeaeri*-type 1, появляются *Corynocera ambigua*, *Microtendipes pedellus*-type и *Dicrotendipes nervosus*-type – обитатели умеренно теплого климата. Реконструированные условия фиксируют потепление климата. Средние летние температуры увеличиваются с +12 °C до +14 °C (Рис. 4.18).

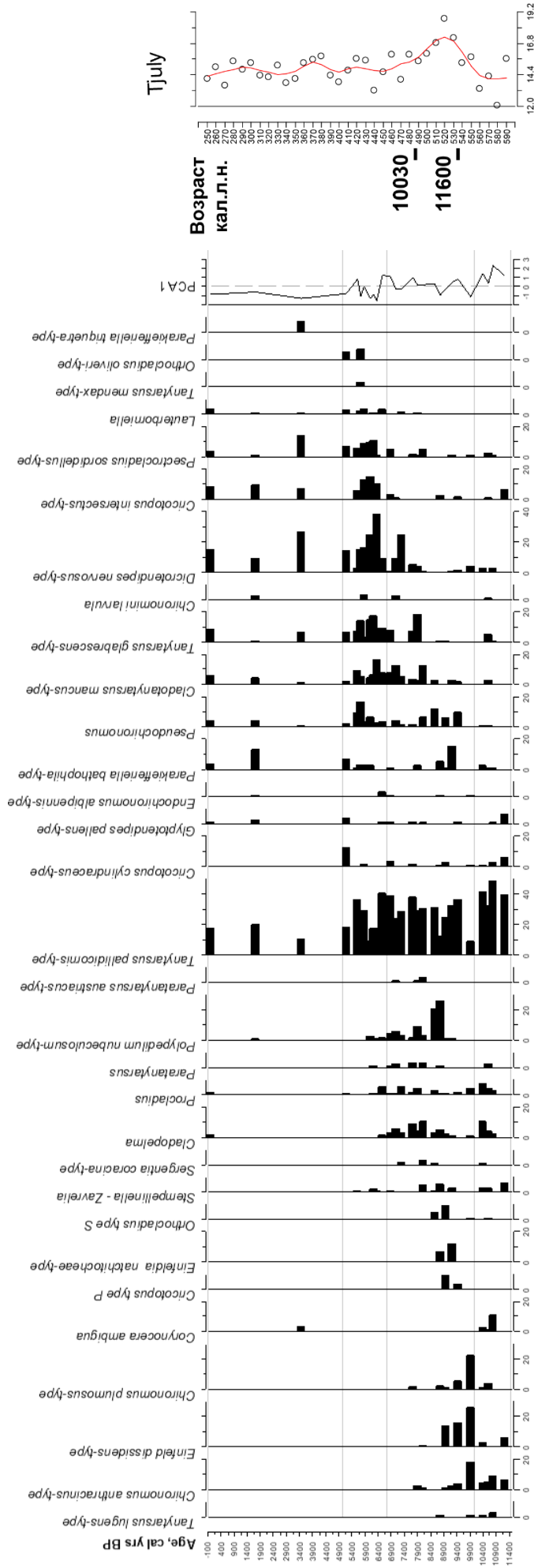


Рис. 4.17. Стратиграфическая диаграмма Южное Хаугилампи, – результат анализа главных компонент (PCA) и реконструированные среднеиюльские температуры воздуха (T July, C).

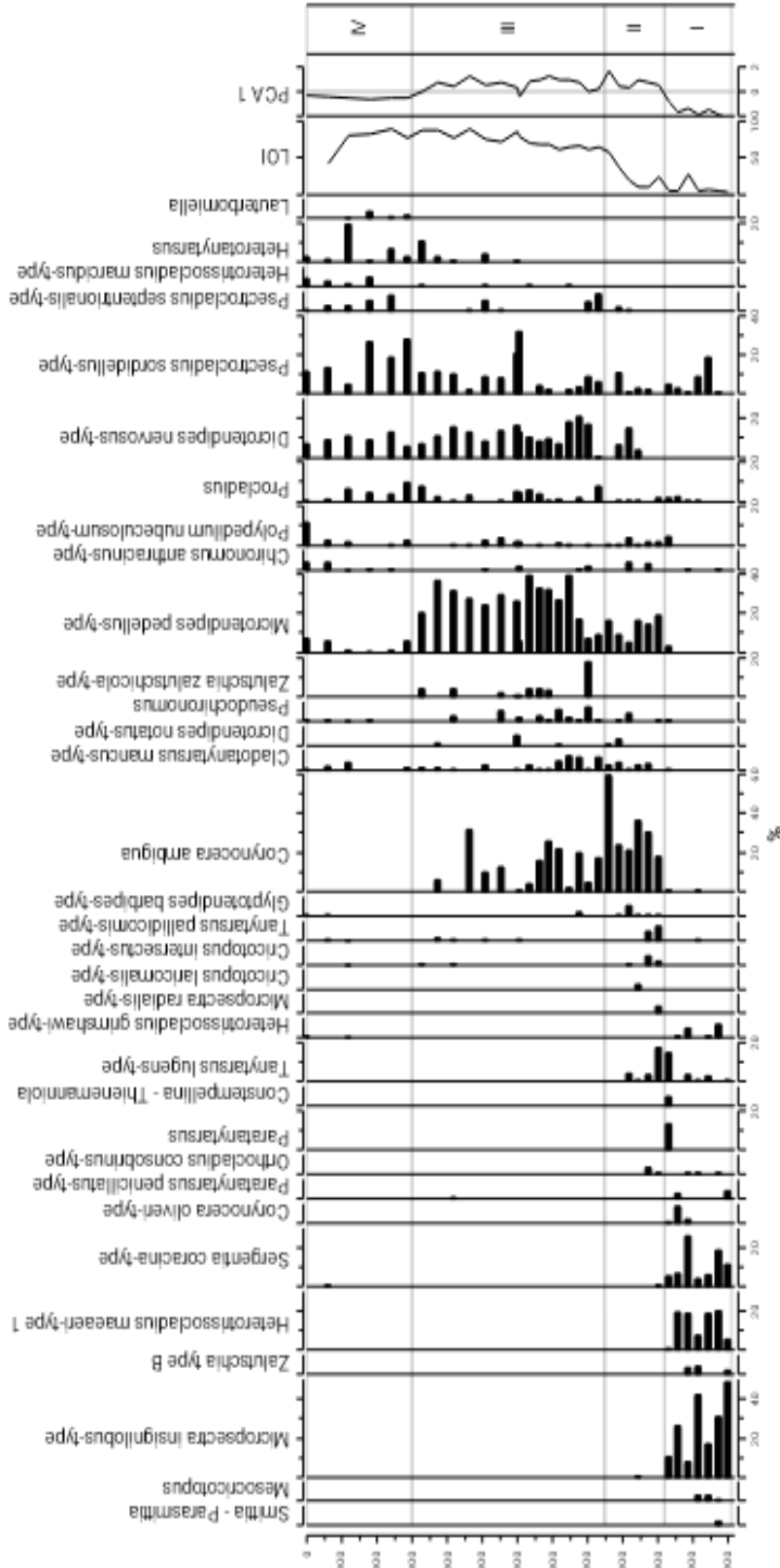


Рис. 4.18. Стратиграфическая диаграмма озеро Медведевское. Значения PCA1 и LOI (ППП).

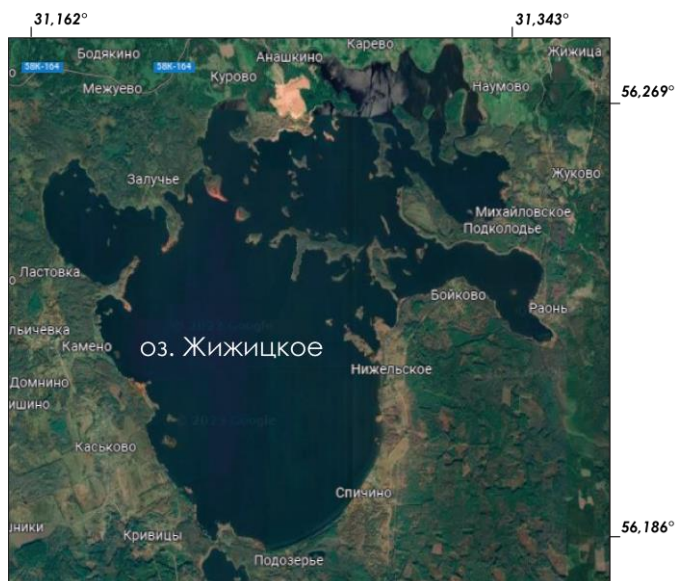


Рис. 4.19. ГП оз. Жижицкого

нижние горизонты донных отложений представлены алевритами и глинами, которые перекрывают горизонты гиттии. Накопление гиттии началось около 10000 – 9500 кал. л. н. В этот период фиксируется смена доминантных таксонов хирономид: *Microsectra insignilobus*-type, *Heterotrissocladus grimshawi*-type, *Paratanytarsus plumosus*-type, *Dicrotendipes nervosus*-type, *Procladius* (Рис. 4.21). Средние летние температуры повышаются с +12,8 °С до +14 °С



Рис. 4.20. ГП оз. Глубокое

увеличение накопления органики в донных отложениях происходит ~10500 – 8500 кал. л. н. В этот период распространены таксоны типичные для умеренно теплого климата *Paratanytarsus penicillatus*-type, *Microchironomus*, *Dicrotendipes nervosus*-type. Согласно реконструкции температур, около 10700 – 10500 кал. л. н. происходит повышение средних летних температур с +14 °С до +16 ... +17 °С (Рис. 4.22).

Озеро Жижицкое (Рис.

4.19). Нижние горизонты донных отложений представлены алевритами и глинами, которые перекрывают горизонты гиттии. Накопление гиттии началось около 10000 – 9500 кал. л. н. В этот период фиксируется смена доминантных таксонов хирономид: *Microsectra*

Озеро Глубокое (Рис.

4.20). Увеличение накопления органики в донных отложениях происходит ~10500 – 8500 кал. л. н. В этот период распространены таксоны типичные для умеренно теплого климата *Paratanytarsus penicillatus*-

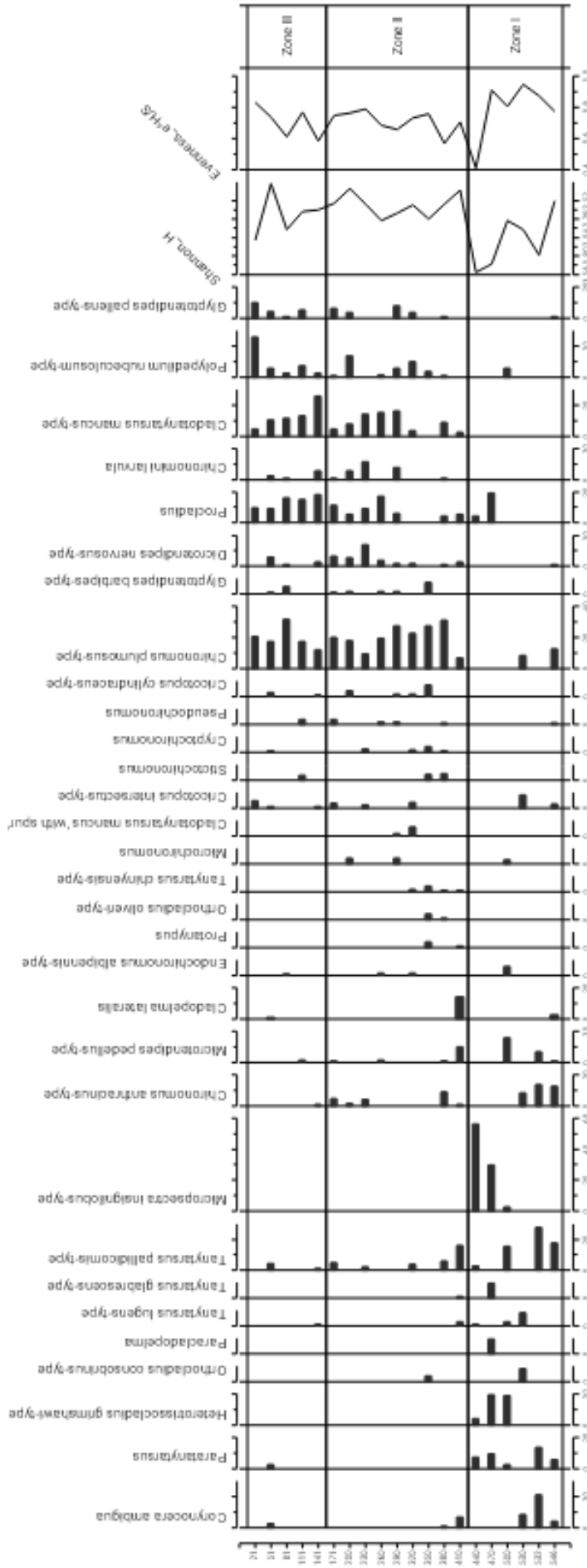


Рис. 4.21. Стратиграфическая диаграмма озера Жижицкое. PCA1 – результат анализа главных компонент. Hill's N2 – индекс Хилла; T July, C – реконструированные среднеиюльские температуры воздуха.

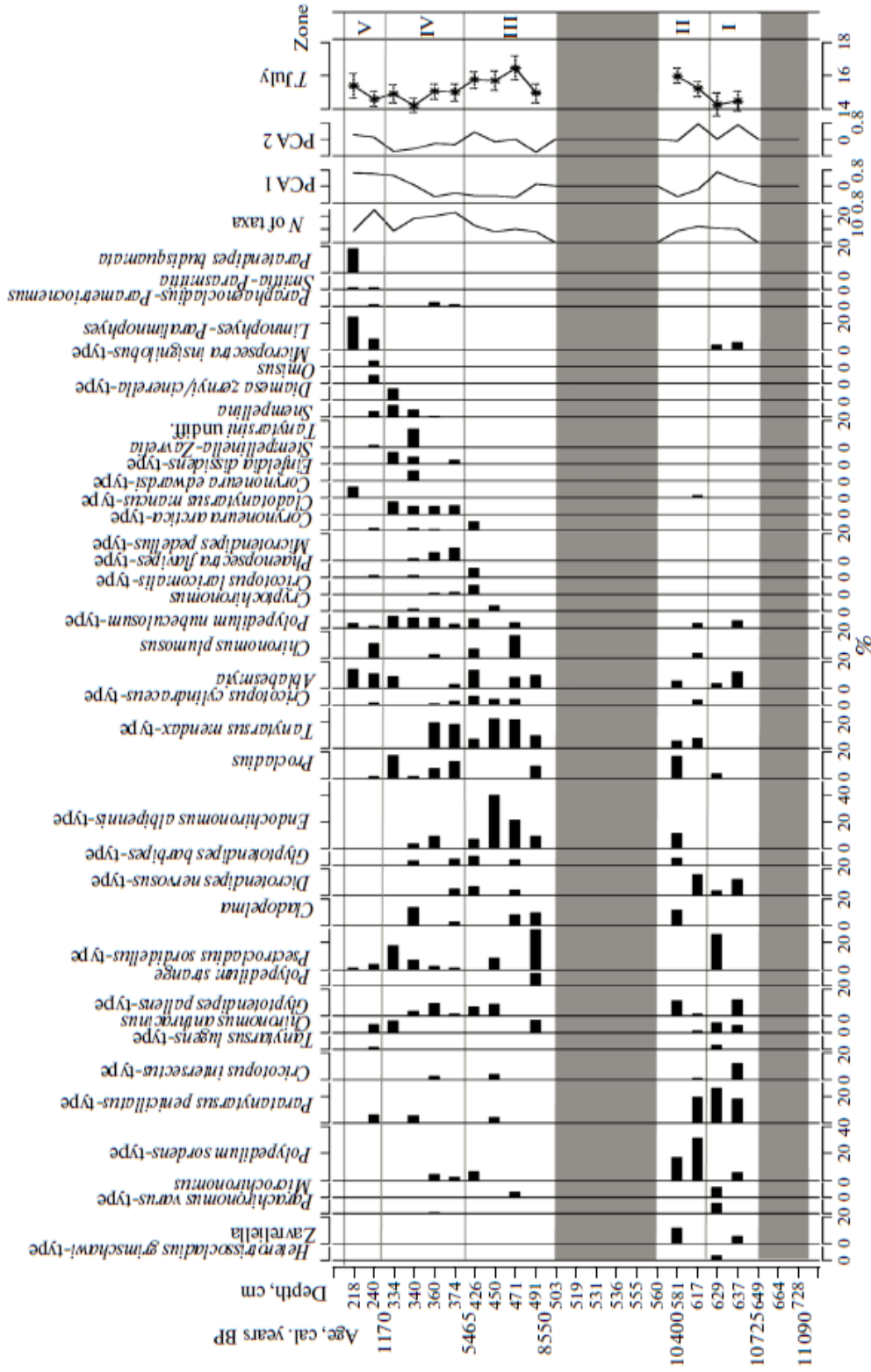


Рис. 4.22. Стратиграфическая диаграмма озера Глубокое. PCA1 – результат анализа главных компонент. Hill's N2 – индекс Хилла; T July, C – реконструированные среднеиюльские температуры воздуха (Назарова и др., 2015).

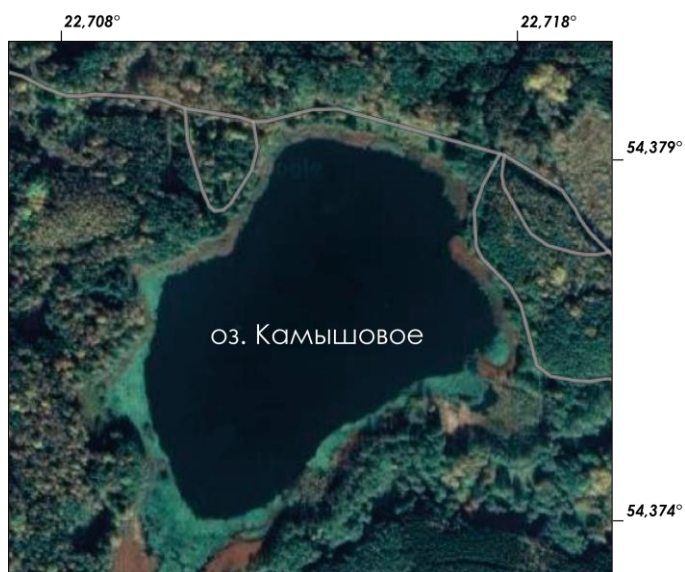


Рис. 4.23. ГП оз. Камышовое

Озеро Камышовое (Рис. 4.23). Мощные отложения гиттии (около 7,5–8,0 м, возраст 12 786–12 869 кал. л. н.) перекрывают горизонты алевроитов и глин. Согласно данным ППП, содержание органики увеличивается постепенно. Холодноводные таксоны *Micropectra insignilobus*-type,

Heterotrissocladus maeaeri-type 1 сменяются обитателями умеренно теплых условий *Procladius*, *Tanytarsus lugens*-type. Распространены также тепловодные таксоны *Cladopelma*, *Stempellina*, *Stempellinella* – *Zavrelia*. Наблюдается общий тренд к потеплению, средние летние температуры возрастают до +16 °С (Рис. 4.24).

Особенности накопления в озерах 3 класса: все представленные озера имеют черты гумидного седиментогенеза. Накопления органики в них устанавливается в бореальном периоде. Резкий переход к накоплению гиттии характерен для озер Купальное, Беркут, Жижицкое и Глубокое. Более продолжительный период перехода к органонакоплению характерен для озер Антюх-Ламбина, Южное Хаугилампи, Медведевское, Камышовое. Для водосборов озер Беркут и Антюх-Ламбина фиксируется понижение средних летних температур в период перехода к органогенному осадконакоплению. Для остальных озер в этот период фиксируется потепление.

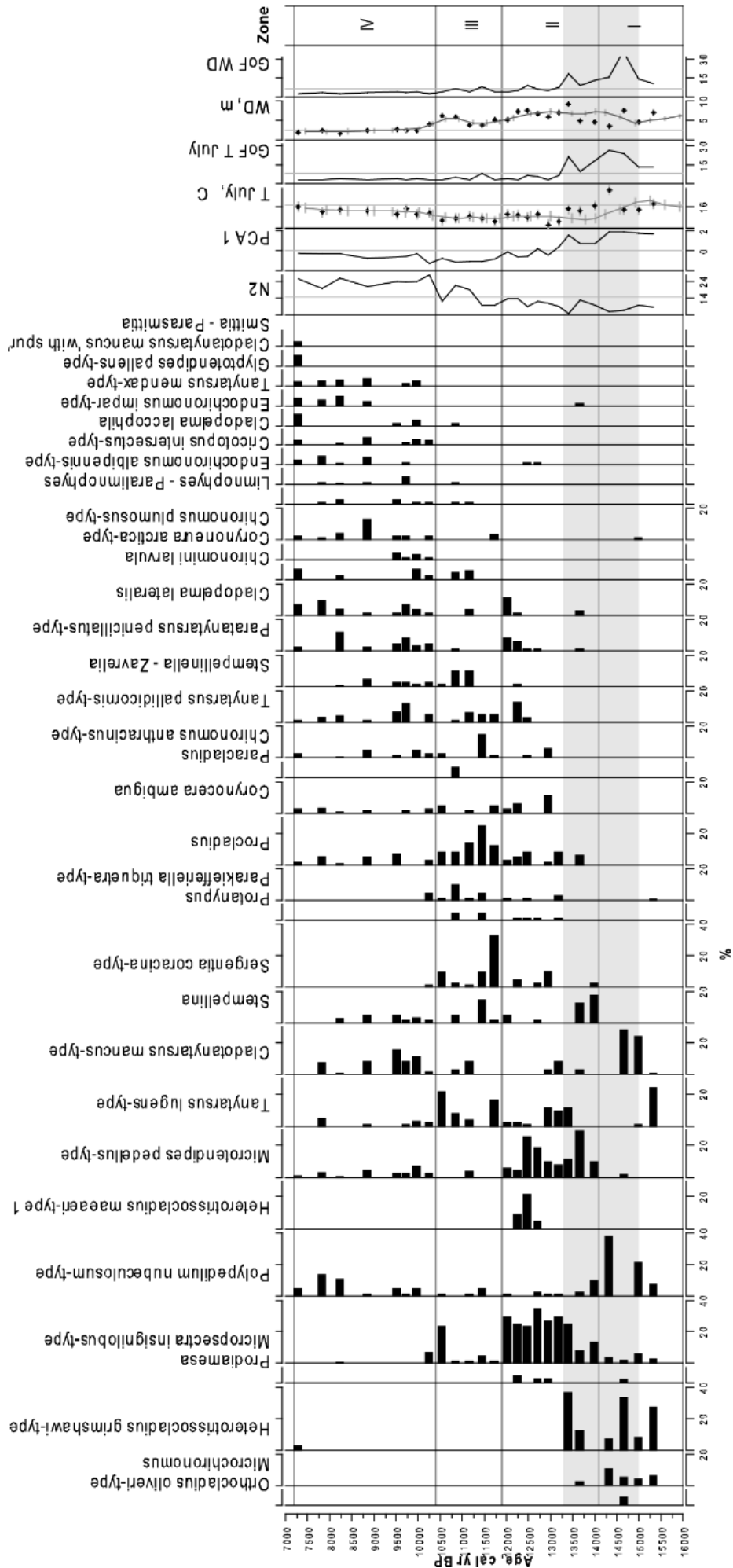


Рис. 4.24. Стратиграфическая диаграмма озеро Камышовое. PCA1 – результат анализа главных компонент. Hill’s N2 – индекс Хилла; T July, C – реконструированные среднеиюльские температуры воздуха. WD – реконструированная глубина воды.

Все рассмотренные озера располагаются в разных физико-географических условиях. Озера Б. Щучье, Лядхей-То и Глубокое находятся в районах, расположенных вне зоны распространения валдайского ледника. Остальные озера расположены в зоне распространения валдайского оледенения и в перигляциальной зоне (Рис. 4.25).

Начало накопления органического вещества различается в представленных озерах: в 6 из 11 озер – Лядхей-То, Купальное, Беркут, Медведевское, Жижицкое и Глубокое –, оно совпадает с потеплением бореального периода с 10500 до 8200 кал. л. н. В остальных озерах этот процесс начался раньше. Для озера Имандра – совпадает с пребореальным потеплением, для Б. Щучье – соотносится с периодами похолодания в бёллинге, для Ю. Хаугилампи и Камышовое – с похолоданием в позднем дриасе и Антюх-Ламбина – в пребореале. Во всех озерах накопление органики установилось к позднему бореалу. Позднее отмечаются лишь незначительные колебания содержания органического вещества.

Реконструированные температурные условия для водосборов озер Имандра, Антюх-Ламбина и Беркут фиксируют похолодание в период увеличения накопления органики и смены седиментации с минерагенной на органогенную. Потепление в период начала органогенного накопления отмечается для остальных озер (Рис. 4.25).

Процесс накопления органики имеет свои особенности в каждом из представленных озер. Для озер Лядхей-То, Имандра, Беркут, Глубокое переход к органогенному накоплению довольно резкий и занимает не более 200 лет. Для остальных озер увеличение накопления органики происходит постепенно и занимает относительно продолжительный период времени. В озере Большое Щучье содержание органического вещества в осадках в период с 14900 до 11800 кал. л. н. возрастает медленно, а в интервале 11800 – 9100 кал. л. н. скорость накопления органики увеличивается. В озере Камышовое органогенные осадки накапливались постепенно с 12800 до 9500 кал. л. н (Рис. 4.25).

Сравнение литостратиграфии исследованных озер показывает, что смена озерного седиментогенеза происходила асинхронно. Во всех представленных озерах переход к органическому осадконакоплению завершился к началу бореального периода. Сопоставив литостратиграфические данные с палинологическими, можно заключить, что мощность переходной зоны и, соответственно скорость смены седиментации, коррелируют с изменением ландшафтов на водосборе. Иными словами, изменение седиментогенеза синхронно со сменой окружающего ландшафта.

Сравнение графиков реконструированных температур показывает асинхронность хода средних летних температур для озер разных классов, а также различие региональных температурных трендов. Корреляция между увеличением накопления органического вещества и повышением средних летних температур не прослеживается.

В позднеледниковье и голоцене на территории Восточно-Европейской равнины фиксируется перестройка природно-климатических обстановок. Господствующий нивальный климат сменяется более влажным и теплым гумидным, происходит увеличение разнообразия растительного покрова, развивается широтная зональность и ландшафтная структура территории. Параллельно сменяется характер осадконакопления в озерах: позднеледниковое аллохтонное накопление минеральных толщ дополняется автохтонным и аллохтонным органическим седиментогенезом в голоцене. В голоцене в виду дифференциации климата и усложнения ландшафтной структуры территории, седиментогенез приобретает ярко выраженный индивидуальный характер, поскольку любой из факторов, который влияет на формирование ДО, озер может оказать определяющее влияние в разные периоды времени.

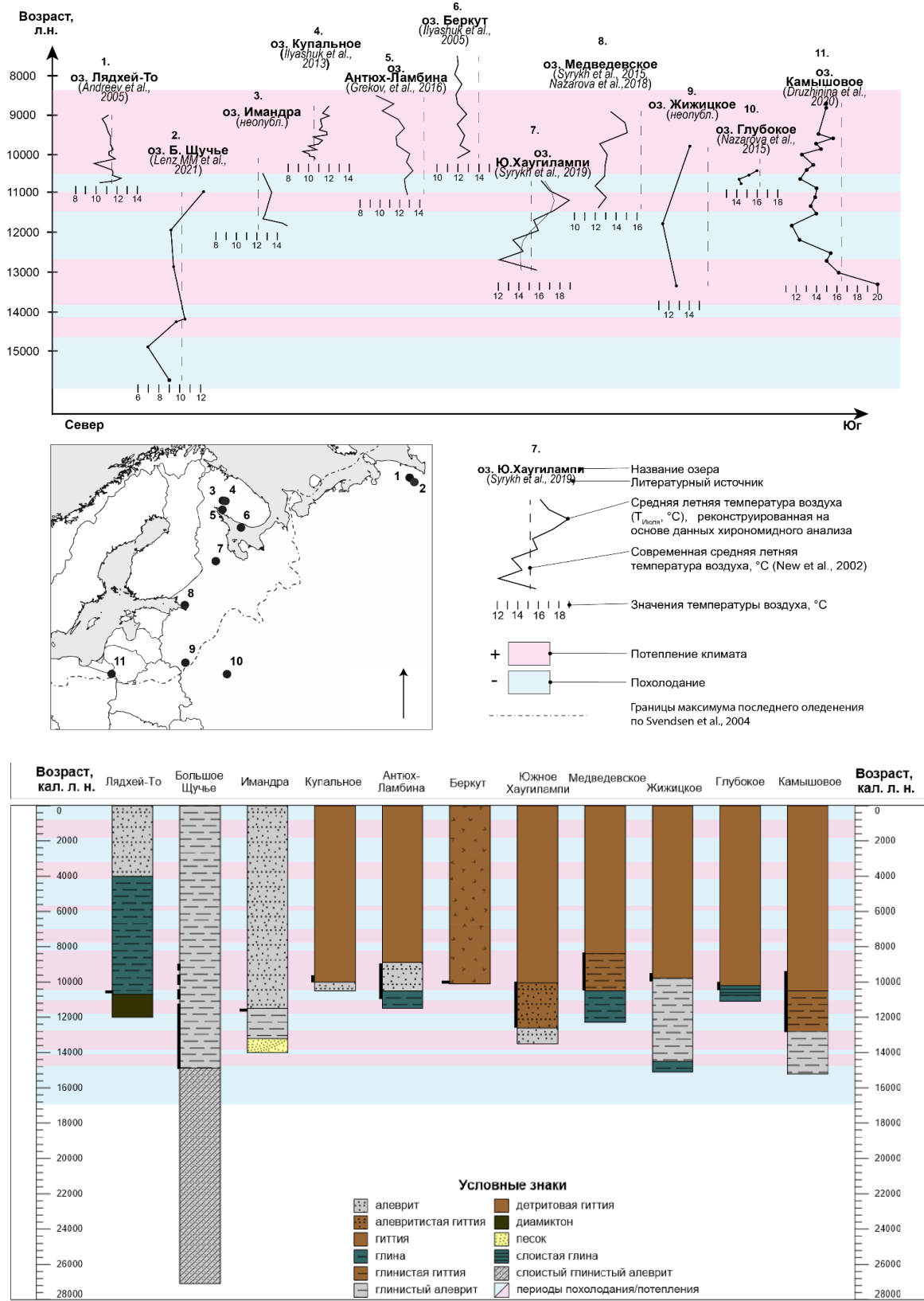


Рис. 4.25. Температурные кривые перехода в период смены минерогенного седиментогенеза органическим. Литостратиграфия исследованных озер.

В целом переход от минерогенного к органическому осадконакоплению происходит в период общего потепления климата и усложнения ландшафтной структуры на исследуемой территории с некоторыми региональными отклонениями. Увеличение накопления органического вещества в озере, проходит одновременно с изменением всего ландшафта и озерной системы в целом, и не связано только с потеплением климатических условий, как одного компонента.

Результаты данного исследования показали, что, хотя потепление климата не было единственной причиной перехода к органическому осадконакоплению, оно является триггером для изменения наземных экосистем в целом и озер, как части этих систем. Смена седиментации в целом подчиняется глобальной динамике природно-климатических условий и имеет индивидуальные черты в зависимости от региональных природно-климатических особенностей той или иной территории.

Заключение

1. Обзор литературных материалов по палеолимнологии и седиментологии озер Восточно-Европейской равнины показал необходимость обобщения и анализа имеющихся разрозненных материалов о донных отложениях с целью выявления особенностей трансформации природно-климатических условий в послеледниковье и голоцене. Применение баз данных в качестве инструмента для систематизации палеолимнологических материалов на исследуемой территории весьма фрагментарно. Классификация (как возможный метод структурирования информации), использующая седиментогенез в качестве основного критерия выделения различных групп озёр ВЕР, ранее не была разработана

2. Собранные материалы по строению донных отложений 289 озёр, расположенных на Восточно-Европейской равнине и прилегающих территориях за период с 60-х гг. XX в. по настоящее время, позволили создать Базу данных PaleoLake, которая является инструментом систематизации больших объемов палеолимнологической информации. База данных представлена в виде набора таблиц MS Excel, в которых структурирована информация о географическом положении, морфометрии озер, возрасте и литостратиграфии донных отложений, о выполненных видах палеолимнологических анализов, а также об источниках данных.

3. На основе анализа данных для 216 озер Восточно-Европейской равнины из БД, имеющих наиболее полную информацию, были выявлены периоды изменения природно-климатических условий. Каждый период имеет отличительные особенности озерного осадконакопления:

– в позднем неоплейстоцене вплоть до начала голоцена климат изучаемого региона был холодным и сухим, преобладал нивальный тип седиментогенеза, когда накапливались преимущественно минеральные осадки в виде крупно- и среднезернистых песков, алевролитов и грубообломочного материала;

– смена климатических условий от холодных и сухих позднеледниковья (поздний неоплейстоцен) к более тёплым и влажным послеледниковья (голоцен) способствовала формированию современных ландшафтов и гидрографической сети Восточно-Европейской равнины. Тип седиментогенеза сменяется с нивального на гумидный. Большинство озер сформировалось в этот период;

– в голоцене по мере формирования почвенно-растительного покрова на водосборах и роста продуктивности озерных экосистем происходила смена минерагенного осадконакопления на органо-минерагенное или органогенное;

– в голоцене климатические условия в сочетании с геолого-тектоническими процессами привели к активизации процессов формирования современных изоляционных бассейнов.

4. Большая часть исследованных разрезов донных отложений имеет двухчленное строение сверху вниз: органогенные (гиттия) и минерагенные (глинистые, песчаные, алевритовые, смешанные) отложения. Переход между ними может быть резким, постепенным, либо наблюдается переслаивание органогенных и минерагенных осадков.

Анализ возраста и литостратиграфии донных отложений позволил выделить следующие типы седиментогенеза: минерагенный седиментогенез неоплейстоцена, минерагенно-органогенный седиментогенез на рубеже неоплейстоцена и голоцена, органогенный седиментогенез голоцена. Выделенные типы легли в основу классификации, согласно которой озера Восточно-Европейской равнины были разделены на три класса:

- озера 1-го типа седиментогенеза – глубоководные и крупные озера (Ладожское, Онежское и др.). Их донные отложения представлены минерагенными осадками, которые отличаются большой мощностью и сравнительно более древним возрастом;

- озера 2-го типа седиментогенеза представлены изоляционными бассейнами. В литостратиграфии донных осадков таких озер выделяются 3 горизонта. По возрасту изоляции в озерах данного класса особенно выделяются 2 группы: древние 10–8 тыс. кал. л. н. и молодые 5–3 тыс. кал. л. н.;

- озера 3-го типа седиментогенеза, к которым относятся озера, расположенные вне зоны трансгрессий и регрессий крупных водоемов, подразделяются на 2 подкласса по скорости накопления органических осадков в зависимости от местоположения: озера водораздельных поверхностей и склонов.

5. Подробно изучены хириноидные сообщества в колонках 11 озер Восточно-Европейской равнины и выполнены реконструкции средних летних температур воздуха в исследованных районах для позднеледниковья и голоцена. Анализ ряда озер 1 и 3 классов седиментогенеза Восточно-Европейской равнины показал, что осадконакопление имеет индивидуальные особенности в каждом конкретном озере, выраженные в степени резкости перехода от минерального седиментогенеза к органическому, возрасте и мощности отложений. Климат не является определяющим фактором, влияющим на динамику седиментогенеза в пределах исследуемой территории. Основные закономерности распределения донных отложений озер на Восточно-Европейской равнине связаны с неоплейстоцен-голоценовой историей развития территории и влиянием крупных плейстоцен-голоценовых событий – Валдайское оледенение, трансгрессии морских и пресноводных бассейнов, что прослеживается в литостратиграфии донных отложений озер.

6. Для каждого класса озер смена минерального осадконакопления на органическое происходит с разной скоростью в определенном временном интервале, но при этом в озерах одного и того же

класса не всегда прослеживается прямая связь между изменением климата на водосборе и накоплением органики.

Корреляция литостратиграфии отложений 11 озёр, относящихся к классам 1 и 3, была, показала асинхронность в развитии седиментационных процессов. В озерах 1-го класса, Лядхей-То и Имандра, переход от минерального осадконакопления к органогенному начинается в интервалах 11700–11500 кал. л. н. и 10700–10600 кал. л. н. соответственно, и охватывает интервал времени не более 200 лет. При этом в озере Большое Щучье содержание органического вещества в осадках возрастает медленно с 14900 до 9100 кал. л. н. На водосборном бассейне озера Имандра в эти периоды происходит снижение, а на водосборах озер Б. Щучье и Лядхей-То – повышение средних летних температур.

Относительно небольшие по площади и глубине озера 3-го класса расположены в зоне развития ледников валдайского оледенения, в современных условиях лесотундровой и таежной природных зонах. Резкий переход от минерального осадконакопления к накоплению органогенных отложений (гиттии) характерен для озер Купальное, Беркут, Жижицкое и Глубокое. Более продолжительный период перехода к органоаккумуляции характерен для озер Антюх-Ламбина, Южное Хаугилампи, Медведевское, Камышовое. В озере Камышовое органогенные осадки накапливались постепенно с 12800 до 9500 кал. л. н. Для водосборов озер Беркут и Антюх-Ламбина фиксируется понижение средних летних температур в период перехода к органогенному осадконакоплению. На водосборах остальных озер в этот период фиксируется потепление.

Начало накопления органического вещества не всегда соответствует эпохам потепления климата. В 6 из 11 озер, изученных хирономидным методом – Лядхей-То, Купальное, Беркут, Медведевское, Жижицкое и Глубокое начало активного органоаккумуляции совпадает с потеплением бореального периода с 10500 до 8200 кал. л. н. В остальных озерах этот

процесс фиксируется раньше: для озера Имандра он совпадает с пребореальным временем, для Б. Щучье – соотносится с бёллингом, для Ю. Хаугилампи и Камышовое – с похолоданием в позднем дриасе и Антюх-Ламбина – в пребореале. Во всех озерах накопление органики установилось к позднему бореалу. Позднее отмечаются лишь незначительные колебания содержания органического вещества.

Реконструированные температурные условия для водосборных бассейнов озер Имандра, Антюх-Ламбина и Беркут фиксируют похолодание в период увеличения накопления органики и смены седиментации с минерагенной на органогенную. Потепление в период начала органогенного накопления отмечается для остальных озер.

Таким образом, можно сделать заключение, что озера Восточно-Европейской равнины имеют индивидуальные особенности развития, выраженные в степени резкости перехода от минерагенного седиментогенеза к органогенному, возрасту и мощности органогенных отложений (гиттии), что установлено с помощью литостратиграфического и хирономидного анализов. Разнообразие осадконакопления в голоцене обусловлено переходом от унифицированной природно-климатической системы неоплейстоцена к дифференцированной природной среде в голоцене.

Список сокращений

ВЕР – Восточно-Европейская равнина

ДО – донные отложения

над у.м. – над уровнем моря

абс. отм. – абсолютная отметка

отм. – высотная отметка

^{14}C л. н. – радиоуглеродных лет назад

кал. л. н. – калиброванных лет назад

УМС/AMS – Accelerate mass spectrometry

орг. – органический

Тиюля, °С / T July, C – средняя температура июля в градусах

Макс. – максимальное значение,

Мин. – минимальное,

SD – стандартное отклонение,

Мода – наиболее часто встречающееся значение

PCA – principal component analysis/метод главных компонент

Hill's N2 – индекс Хилла

Список литературы

1. Алисов Б.П. Климат СССР. – М.: Издательство Московского университет, 1956. – 547 с.
2. Астахов В.И. Четвертичная геология суши: учебное пособие. – СПб: Издательства Санкт-Петербургского Государственного Университета, 2020. – 400 с.
3. Ахмедова Н.С. Особенности распространения и морфологического строения котловин карстовых озер мира: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.27. – СПб, 2011. – 145 с.
4. Баранов И.В. Лимнологические типы озер СССР. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1961. – 276 с.
5. Белкина Н.А. Закономерности осадконакопления и раннего диагенеза донных отложений в водоемах юго-восточной части Фенноскандинавского кристаллического щита: дис. ... д-р. геогр. наук: 25.00.36 "Геоэкология (по отраслям)". - СПб, 2021. - 294 с.
6. Бискэ Г.С. Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. – Петрозаводск: Государственное издательство Карельской АССР, 1959. – 321 с.
7. Большая Российская энциклопедия. В 30 т.. – М.: Большая российская энциклопедия, 2006. – 783 с. ISBN 5-85270-334-6
8. Быдин Ф. И. Каталог озер Мурманского региона. – Л.,М.: Издательство АН СССР, 1962. – 146 с.
9. Валяшко М.Г. Геохимические закономерности современного соленакопления и образования современных соляных отложений на территории СССР // Труды Всесоюзного науч-ислед. института галургии. – 1952. – №XXIII. – С. 10-11.
10. Величко А.А. Периодизация событий позднего плейстоцена в перигляциальной области // Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. – М.: Наука, 1982. – С. 67-70.

11. Величко А.А., Кременецкий К.В., Негенданк Й., Минграм Й., Борисова О.К., Грибченко Ю.Н., Зеликсон Э.М., Климанов В.А., Новенко Е.Ю., Пирумова Л.Г., Писарева В.В., Разумовский Л.В., Тимирева С.Н. Позднечетвертичная палеогеография северо-востока Европы (по данным комплексного изучения осадков Галичского озера) // Известия РАН. Серия географическая. – 2001. – №3. – С. 42-54.

12. Величко А.А., Фаустова М.А., Писарева В.В., Карпухина Н.В. История Скандинавского ледникового покрова и окружающих ландшафтов в валдайскую ледниковую эпоху и начале голоцена // Лёд и Снег. – 2017. – №57(3). – С. 391-416. <https://doi.org/10.15356/2076-6734-2017-3-391-416>

13. Верзилин Н.Н. Методы палеогеографических исследований. – Л. : Недра, 1979. – 247 с.

14. Географический атлас для учителей средней школы. – 4 изд. – М.: Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР, 1982. – 238 с.

15. Геологический словарь. В трех томах. – 3 изд. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. – 432 с.

16. Геология СССР. – М.: Высшая школа, 1983. – 443 с.

17. Горшков Г.П., Якушова А.Ф. Общая геология. – М.: МГУ, 1973. – 592 с.

18. ГОСТ 17.1.5.01-80 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. Дата введения 1982-01-01. Издание 2002.

19. ГОСТ 17.4.4.02-84 Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Дата введения 1986-01-01. Издание 2008.

20. Греков И. М., Сырых Л. С., Кошелева Е. А., Назарова Л. Б., Субетто Д. А. Возможности применения геоинформационных баз данных в системах мониторинга озер Евразии // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Материалы 1-й Международной конференции (11–15 сентября 2017 г.). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. – С. 41-47.
21. Греков И.М., Кублицкий Ю.А., Леонтьев П.А., Брылкин В.В. ГИС в полевых физико-географических исследованиях. Учебно-методическое пособие. – СПб.: Изд-ва РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. – 36 с.
22. Греков И.М., Субетто Д.А. Применение базы палеогеографических данных Кольского полуострова «Q-KOLA» в палеолимнологических исследованиях // Труды Карельского научного центра РАН. Серия Лимнология. – 2015. – №5. – С. 48-52.
23. Греков И.М., Сырых Л.С., Субетто Д.А. База данных литературы по палеогеографии России и мира «PaleoBook». Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2016621003, 22.07.16.
24. Григорьев С. В. Каталог озер Карелии. – Ленинград: Изд-во АН СССР, 1959. – 239 с.
25. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология // Гидрометеиздат. – Ленинград, 1973. – 463 с.
26. Даувальтер В.А. Геоэкология донных отложений озер. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012. - 242 с.
27. Демидов И.Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера. // Геология и полезные ископаемые Карелии. – 2005. – №8. – С. 134-142.
28. Демидов И.Н. О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье. // Геология и полезные ископаемые Карелии. – 2006. – №9. – С. 171-178.

29. Добрынин Б. Ф. Физическая география СССР: Европейская часть и Кавказ. – 2 изд. – М.: Учпедгиз, 1948. – 328 с.
30. Догановский А.М. «Гидрология озер и водохранилищ» в цикле гидрологических дисциплин // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2014. – №34. – С. 9-17.
31. Догановский А.М., Малинин В.Н. Гидросфера Земли: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям. – СПб.: Гидрометеиздат, 2004. – 629 с.
32. Домрачев П.Ф. К вопросу о классификации озер Северо-Западного края. – 4 изд. – Петроград: Типография Российского Гидрологического Института, 1922. – 43 с.
33. Евсеева Н.С., Шпанский А.В. Методы палеогеографических исследований. – Томск: ТГУ, 2011. – 253 с.
34. Елина Г.А., Лебедева Р.М. Голоценовая динамика ландшафтных зон северо-запада Европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. - М.: Наука, 1982. - С. 148–154.
35. Жемчужников Ю.А. Сезонная слоистость периодичность осадконакопления. – Труды геологического института, Вып.86 изд. – М.: Издательство АН СССР, 1963. – 73 с.
36. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая Школа, 1991. – 366 с.
37. История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки. – Ленинград: Наука, 1990. – 279 с.
38. История озер Восточно-Европейской равнины. – Ленинград., 1982. – 240 с.
39. История озер СССР. Общие закономерности возникновения и эволюции озер. Методы изучения истории озер. – Ленинград., 1986. – 256 с.

40. Каталог озер и рек Карелии. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2001. – 286 с.

41. Кашулин Н.А., Сандимиров С.С., Даувальтер В.А., Кудрявцева Л.П., Терентьев П.М., Денисов Д.Б., Валькова С.А. Аннотированный экологический каталог озер Мурманской области (Восточная часть. Бассейн Баренцева моря). – Апатиты: КНЦ РАН, 2010. – 249 с.

42. Квасов Д.Д. Возрастно–генетическая классификация котловин озер северной и центральной Евразии // Известия ВГО. Т.118. – 1986. – №6. – С. 487-492.

43. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Ленинград: Наука, 1975. – 278 с.

44. Колька В.В., Корсакова О.П. Положение береговой линии Белого моря и неотектонические движения на северо-востоке Фенноскандии в позднеледниковье и голоцене // Система Белого моря. Том IV. Процессы осадкообразования, геологии и истории. – М.: Научный ми, 2017. – С. 34-61. ISBN 978-5-91522-194-8 (общ.); ISBN 978-5-91522-447-5 (т.4)

45. Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С. Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на Карельском берегу (район поселка Энгозеро, Северная Карелия) // Доклады Академии Наук. Серия географическая. – 2013. – Т. 449, № 5. – С. 587-592.

46. Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Алексеева А.Н., Толстобров Д.С., Лаврова Н.Б. Временная последовательность перемещения береговой линии Белого моря в голоцене по данным изучения донных отложений озер района Кузема (северная Карелия) // Известия Русского географического общества. – 2014. – Т. 146. № 6. – С. 14-26.

47. Конигов Е.Г., Иванова С.В., Киосак Д.В., Виноградова Е.И. Палеоклиматы, палеогеография и освоение человеком СЗ Причерноморья в раннем и среднем голоцене // «Черноморский регион в условиях глобальных

изменений климата: закономерности развития природной среды за последние 20 тыс. лет и прогноз на текущее столетие». – М.: Географический факультет МГУ, 2010. – С. 98-116.

48. Костромина Н.А., Титов А.В. Морфология и донные отложения озера Жижицкого // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Географические исследования Евразии: история и современность», посвященной 160-летию экспедиции П. П. Семенова на Тянь-Шань в рамках XII Большого географического фестиваля. – М.: Издательство «Перо», 2016. – С. 28-31.

49. Кошечкин Б.И., Каган Л.Я., Кудлаева А.Л., Малясова Е.С., Первунинская Н.А. Береговые образования поздне- и послеледниковых морских бассейнов на юге Кольского полуострова // Береговые образования поздне- и послеледниковых морских бассейнов на юге Кольского полуострова. – Ленинград: Наука, 1973. – С. 87-131.

50. Кривцов В.А., Водорезов А.В. Физическая география и ландшафты России. учебн. пособие. – Рязань: Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина, 2016. – 418 с.

51. Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Шаталова А.Е., Соколова Н.В., Сырых Л.С., Лудикова А.В. База данных: «Изменения уровня Балтийского моря на территории России в голоцене». Номер регистрации (свидетельства): 2020620072. Дата регистрации: 16.01.2020

52. Кублицкий Ю.А., Сырых Л.С., Греков И.М., Субетто Д.А., Леонтьев П.А., Соколова Н.В., Брылкин В.В., Орлов А.В., Панов И.В., Новик А.А., Власов Б.П., Суховило Н.Ю., Зерницкая В.П., Напреенко-Дорохова Т.В., Кузнецов Д.Д. Систематизация Палеогеографической информации на Примере создания базы данных исследований южной Периферии валдайского оледенения // Общество. Среда. Развитие. . – 2018. – №4. – С. 125-132.

53. Кузнецов Д.Д. Трансформация палеобассейнов на территории Карельского перешейка в позднем неоплейстоцене и голоцене: по данным изучения донных отложений озер: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. – СПб., 2014. – 141 с.

54. Кузнецов Д.Д., Лудикова А.В., Субетто Д.А., Леонтьев П.А., Греков И.М., Потахин М.С., Сапелко Т.В., Сырых Л.С., Толстобров Д.С. Хроно- и литостратиграфия озерных отложений острова Анзер (Соловецкие острова) в контексте послеледниковой истории Белого моря // Известия РАН Серия географическая. – 2022. – Т. 86, №6. – С. 914-932.

55. Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А. Стратиграфия донных отложений озер Карельского перешейка. – М.: Издательство ГЕОС, 2019. – 119 с.

56. Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А., Сапелко Т.В., Лудикова А.В. Гидрографическая сеть северной части Карельского перешейка в голоцене по данным о строении отложений малых озёр // Геоморфология. – 2015. – С. 54-69.

57. Лесненко В. К. Мир озер. – М.: Просвещение, 1989. – 158 с.

58. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты. – М.: Мир, 1986. – 439 с.

59. Лудикова А.В. Свидетельства среднеголоценовой трансгрессии Ладожского озера по данным диатомового анализа. – 4 изд. – М.: Известия РГО. Т.147, 2015. – 38-51 с.

60. Макаренченко Е.А., Макаренченко М.А. Хирономиды // Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые. – СПб: Зоологический институт РАН, 1999. – С. 210-295.

61. Мещеряков Ю.А. Рельеф СССР (морфоструктура и морфоскульптура). – М.: Изд-во «Мысль», 1972. – 520 с.

62. Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР: Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ. Учебное пособие. – 3 изд. – М.: Мысль, 1969. – 551 с.
63. Мякишева Н.В. Многокритериальная классификация озер. – СПб: изд. РГГМУ, 2009. – 160 с.
64. Мясникова Н.А., Субетто Д.А., Сырых Л.С., Греков И.М. Создание палеолимнологической базы данных севера Евразии как основы для реконструкции природно-климатических изменений прошлого // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Материалы 1-й Международной конференции (11–15 сентября 2017 г.). – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2017. – С. 598-601.
65. Назарова Л.Б., Брукс С.Д. Личинки хирономид (Diptera: Chironomidae) как индикаторы палеоклиматических изменений // Успехи современной биологии. Т. 123. – 2007. – №6. – С. 601-611.
66. Назарова Л.Б., Брукс С.Д. Хирономиды (Diptera: Chironomidae) в палеоклиматических исследованиях // Евроазиатский энтомологический журнал. Т.3. – 2004. – №4. – С. 300-306.
67. Назарова Л.Б., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Сырых Л.С. Палеоэкологические и палеоклиматические реконструкции голоцена по результатам хирономидного анализа донных отложений озера Глубокое // Доклады академии наук. Т.460. – 2015. – №6. – С. 736-739.
68. Назарова Л.Б., Фролова Л.А., Косарева Л.Р., Рудая Н.А., Сырых Л.С., Гафиатуллина Л.И., Кузина Д.М., Палагушкина О.В., Туманов О.Н., Фефилова Е.Б., Лоскутова О.А. Магнито-минералогические и биологические показатели донных отложений оз. Большой Харбей // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Биология». – 2014. – №3. – С. 372-394.
69. Национальный атлас России. Том 2. Электронный ресурс: [<https://nationalatlas.ru/tom2/> доступ 16.08.2023]

70. Образование осадков в современных водоемах. – М.: Издательство Академии Наук, 1954. – 791 с.
71. Озера Карелии. Справочник. – Петрозаводск: Госиздат, 1959. – 620 с.
72. Палеогеографическая основа современных ландшафтов: Результаты российско-польских исследований /Отв. ред. А. А. Величко, Л. Старкель. – М.: Наука, 1994. – 205 с.
73. Палеолимнология Онежского озера: от приледникового озера к современным условиям / Д. А. Субетто, Н. А. Белкина, В. Д. Страховенко [и др.], - Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 2022. - 331 с.
74. Первухин М.А. О генетической классификации озерных ванн // Землеведение. Т.39. – 1937. – №6. – С. 526-537.
75. Пестрякова Л.А., Субетто Д.А., Герасимова М.А., Андреев А.А., Дикман Б, Попп С. Эволюция природной среды в Центральной Якутии в голоцене // Известия РГО. Т.140. – 2008. – №4. – С. 54-67.
76. Поползин А.Г. Озера юга Обь-Иртышского бассейна. – Новосибирск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1967. – 350 с.
77. Посохов Е.В. Ионный состав природных вод. Генезис и эволюция. – М.: Гидрометеиздат, 1985. – 253 с.
78. Потахин М.С. Обзор классификаций водоемов Карелии // Водная среда Карелии: исследование, использование, охрана. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. – С. 16-21.
79. Потахин М.С. Эколого-географическая типизация водоемов Карелии: автореферат дис... кандидата географических наук. – Санкт-Петербург, 2008. – 22 с.
80. Пронина А.В., Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Греков И.М. Анализ верхнего керна донных отложений озера Усвятское (на основе изучения хирономидных сообществ) // Материалы Всероссийской конференции

«Каспий в плейстоцене и голоцене: эволюция природной среды и человек» и школы молодых ученых. Волгоградский государственный университет (ВолГУ). – Волгоград: Издательство «Перо», 2023. – С. 154-155.

81. Раковская Э.М., Давыдова М.И. Физическая география России. Часть 1. Общий обзор. Европейская часть и островная Арктика. – М.: Владос, 2001. – 285 с.

82. Россолимо Л.Л. Озерное накопление органического вещества и возможности его типизации // Типология озерного накопления органического вещества. – М.: Наука, 1976. – С. 3-10.

83. Россолимо Л.Л. Основы типизации и лимнологического районирования // Накопление вещества в озерах. – М.: Наука, 1964. – С. 5-46.

84. Рянжин С. В. Новые оценки глобальной площади и объема воды естественных озер мира // Доклады РАН. Том 400. – 2005. – №6. – С. 808-812.

85. Рянжин С. В. Распределения озер и рек мира по размерам, рассчитанным из базы данных WORLDLAKE // Материалы 4-го Международного симпозиума «Исследования Ладожского озера и других великих озер». – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – С. 435-441.

86. Рянжин С. В., Ульянова Т. Ю. Геоинформационная система для озер мира. GIS WORLDLAKE // Доклады РАН. – 2000. – №370 (4). – С. 542-545.

87. Рянжин С.В., Субетто Д.А., Кочков Н.В., Ахметова Н.С., Вейнмейстер Н.А. Полярные озера мира: современные данные и состояние исследований // Водные ресурсы. – 2010. – №37 (4). – С. 387-397.

88. Рянжин С.В., Субетто Д.А., Кочков Н.В., Малоземова О.В., Нестерова Л.А., Афанасьев С.В., Гиоргая З.Д., Куликов В.Ф. База данных SPBLAKES для естественных озер Ленинградской области Российской

Федерации: структура, состав, результаты первых анализов данных // Водные ресурсы. – 2015. – №42 (1). – С. 13-25.

89. Сапелко Т.В., Субетто Д.А. 60 лет палеолимнологии в России // Известия РГО. Т.152. – 2020. – №1. – С. 1-5.

90. Свиточ А.А. Палеогеография Большого Каспия // Вестник Московского университета, Серия 5 География. – 2015. – №4. – С. 69-80.

91. Свиточ А.А. Регрессивные эпохи Большого Каспия // Водные ресурсы. Т.43. – 2016. – №2. – С. 134-148.

92. Севастьянов Д.В., Сикацкая Е.Д. Органическое вещество в донных отложениях озер как индикатор состояния окружающей среды // Вестник СПбГУ. Т.7. – 2003. – №4. – С. 46-55.

93. Соколов А.А. Гидрография СССР. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1952. – 287 с.

94. Спиридонов А.И. Геоморфология европейской части СССР. Учебное пособие. – М.: Высшая Школа, 1978. – 332 с.

95. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Том 1. Типы литогенеза и их размещение на поверхности Земли. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1960. – 231 с.

96. Столба В.Ф., Субетто Д.А., Сапелко Т.В. Исследования палеолимнологов в Крыму // Археологические открытия, Институт археологии РАН. - М.: Наука, 2005. - С. 560-562.

97. Субетто Д. А., Греков И. М. База палеогеографических данных «Q-KOLA». Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014620843. 16.06.14.

98. Субетто Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. – СПб: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. – 339 с.

99. Субетто Д.А. История формирования Ладожского озера и его соединения с Балтийским морем // Общество. Среда. Развитие (Terza Humana). – 2007. – №1. – С. 111-120.

100. Субетто Д.А. Палеолимнологические реконструкции в бассейне Белого моря // Система Белого моря. Т.1. Природная среда водосбора Белого моря. – М.: Научный мир, 2010. – С. 247-265.

101. Субетто Д.А., Давыдова Н.Н., Вольфархт, Б., Арсланов, Х.А. Лито-, био- и хроностратиграфия озерных отложений Карельского перешейка на границе позднего плейстоцена-голоцена // Известия РГО. Т.131. – 1999. – №5. – С. 56-69.

102. Субетто Д.А., Давыдова Н.Н., Сапелко Т.В., Вольфарт Б., Вастегорд С., Кузнецов Д.Д. Климат Северо-запада России на рубеже плейстоцена и голоцена // Известия РАН. Серия географическая. – 2003. – №5. – С. 80-91.

103. Субетто Д.А., Назарова Л.Б., Пестрякова Л.А., Сырых Л.С., Андроников А.В., Бискаборн Б., Дикманн Б., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Греков И.М. Палеолимнологические исследования в российской части северной Евразии: обзор // Сибирский экологический журнал. – 2017. – №4. – С. 369-380. DOI 10.15372/SEJ20170401

104. Субетто Д.А., Прыткова М.Я. Донные отложения разнотипных водоемов. Методы изучения. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. – 89 с.

105. Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Савельева Л.А., Арсланов Х.А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись Балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология, география. – 2002. – №4. – С. 77-87.

106. Субетто Д.А., Сырых Л.С. База палеолимнологических данных "PaleoLake". Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014621070. 31.07.14.

107. Субетто Д.А., Сырых Л.С., Леонтьев П.А., Андроников А.В., Назарова Л.Б., Кублицкий Ю.А. Резкие/катастрофические природно-климатические изменения и явления на рубеже позднего плейстоцена и

голоцена на Северо-Западе России // Общество. Среда. Развитие. - 2016. - №2. - С. 87–96.

108. Сырых Л.С. Седиментогенез как критерий классификации озер Восточно-Европейской равнины и прилегающих территорий // Географический вестник. – 2023. – №3 (66). – С. 19-26.

109. Сырых Л.С., Назарова Л.Б. Субетто Д.А. Предварительные данные о развитии климата на территории Карельского перешейка в голоцене по результатам хирономидного и литологического анализов // Труды Карельского научного центра РАН Серия «Лимнология». – 2015. – №5. – С. 53-59.

110. Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Пронина А.В., Греков И.М., Дружинина О.А. Изменение таксономического состава хирономид в колонке озерных отложений Куликово (Калининградская область) // Материалы XI Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция "Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие". – СПб: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. – С. 263-265.

111. Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Субетто Д.А., Белкина Н.А., Потахин М.С., Греков И.М. Первые результаты исследования субфоссильных сообществ хирономид (Chironomidae) в донных отложениях оз. Полевского, Заонежский полуостров, Карелия // Астраханский вестник экологического образования. – 2020. – №3. – С. 4-10.

112. Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Херцшу У., Субетто Д.А., Греков И.М. Реконструкция палеоэкологических и палеоклиматических условий голоцена на юге Таймыра по результатам анализа озерных донных отложений // Сибирский экологический журнал. – 2017. – №4. – С. 417-426.

113. Типология озерного накопления органического вещества. – М.: Наука, 1976. – 130 с.

114. Тушинский Г.К., Давыдова М.И. Физическая география СССР. – М.: Просвещение, 1976. – 544 с.
115. Усенков С. М. Седиментология и геоэкология больших озер Северной Европы и Северной Америки. – СПб: Издательство Санкт-Петербургского университет, 2012. – 196 с.
116. Ушаков Е.В. Введение в философию и методологию науки: Учебник. – М.: Экзамен, 2005. – 528 с.
117. Федоров Г.Б. Эволюция озерных геосистем полуострова Таймыр : диссертация ... кандидата географических наук : 25.00.25. – Санкт-Петербург, 2003. – 145 с.
118. Физико-географический атлас мира. – М.: Академия наук СССР и Главное управление геодезии и картографии ГК СССР, 1964. – 298 с.
119. Физическая география СССР. – М.: Просвещение, 1966. – 846 с.
120. Хатчинсон Д. Лимнология. Географические, физические и химические характеристики озер. – М.: Прогресс, 1969. – 592 с.
121. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). – Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. – 544 с.
122. Чернов А.В. Историческое землеведение (палеогеография). – М.: Московский государственный педагогический университет, 2004. – 153 с.
123. Щеглов Д.И., Громовик А.И. Основы геоморфологии: учебное пособие. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 178 с.
124. Якушко О.Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. – Минск: Высшая школа, 1981. – 224 с.
125. Andreev A. A., Shumilovskikh L. S., Savelieva L. A., Gromig R., Fedorov G. B., Ludikova A., Wagner B., Wennrich V., Brill D. Melles M Environmental conditions in northwestern Russia during MIS 5 inferred from the pollen stratigraphy in a sediment core from Lake Ladoga // Boreas. – 2019. – Vol. 48. – P. 377–386.

126. Andreev A.A., Tarasov P.E., Ilyashuk B.P., Ilyashuk E. A., Cremers H., Hermichen W.-D., Wischer F., Hubberten H.-W. Holocene environmental history recorded in Lake Lyadhej-To sediments, Polar Urals, Russia // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – Vol. 223, Issues 3-4. – 2005. – P. 181–203. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.04.004>

127. Andronikov A., Subetto D., Lauretta D., Andronikova I., Rudnickaite E., Drosenko D., Syrykh L. In Search for Fingerprints of an Extraterrestrial Event: Trace Element Characteristics of Sediments from the Lake Medvedevskoye (Karelian Isthmus, Russia) // *Doklady Earth Sciences*. – 2014. – №1. – P. 819-823.

128. Barley E.M., Walker I.R., Kurek J., Cwynar L.C., Mathewes R.W., Gajewski K., Finney B.P. A northwest North American training set: distribution of freshwater midges in relation to air temperature and lake depth // *Journal of Paleolimnology*. – 2006. – №36. – P. 295-314.

129. Binney H., Edwards M., Nield J., Macias-Fauria M., Willis K., Lozhkin A., Anderson P., Kaplan J.O., Andreev A., Bezrukova E., Blyakharchuk T., Jankovska V., Khazina I., Krivonogov S., Kremenetski K., Novenko E., Ryabogina N., Solovieva N., Zernitskaya V. Vegetation of Eurasia from the last glacial maximum to present: key biogeographic patterns // *Quaternary Science Review*. – 2017. – №157. – P. 80-97.

130. Biskaborn B.K., Pfalz G., Kröger T., Hébert R., Pestryakova L.A., Stoof-Leichsenring K.R., Diekmann B., Meyer H., Subetto D.A., Syrykh L.S., Bouchard F., Hughes-Allen L., Sonke J., Herzschuh U. Diatom responses to Late Quaternary climate changes and feedbacks to organic carbon accumulation in Arctic lakes // *Proceedings IAL-IPA joint meeting “Lagos, Memorias del Territorio” and workshops: Bariloche, Argentina, November, 27th to December 4th. 2022*. – P. 203.

131. Björck S. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0-8.0 ka BP // *Quaternary International*. – 1995. – V. 27. – P. 19-40.

132. Bronk Ramsey C. OxCal 4.4. <https://c.14.arch.ox.ac.uk> – Cambridge, United Kingdom and New York. – NY (USA): Climate Change 2001: Synthesis Report, 2001. – 398 pp.

133. Brooks S.J. Fossil midges (Diptera: Chironomidae) as paleoclimatic indicator for the Eurasian region // *Quaternary Science Review*. – 2006. – №25. – P. 1894-1910.

134. Brooks S.J., Birks H.J.B. Chironomid-inferred air temperatures from late-glacial and Holocene sites in north-west Europe: progress and problems // *Quaternary Science Review*. – 2001. – №20. – P. 1723-1741.

135. Brooks S.J., Langdon P.G., Heiri O. The Identification and Use of Palaeartic Chironomidae Larvae in Palaeoecology // London: QRA Technical Guide No. 10 Quaternary Research Association. – 2007. – P. 276.

136. Corner G.D., Yevzerov V. Ya., Kolka V.V., Moller J.J. Isolation basin stratigraphy and Holocene relative sea-level change at the Norwegian-Russian border north of Nikel, northwest Russia // *Boreas*. – 1999. – Vol. 28 (№1). – P. 146-166.

137. Dean W.E. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods // *J Sediment Res.* – 1974. – №44. – P. 242–248.

138. Diepenbroek M., Grobe H., Reinke M., Schindler U., Schlitzer R., Sieger R., Wefer G. PANGAEA—an information system for environmental sciences // *Computers & Geosciences*. – 2002. – №28. – P. 1201-1210.

139. Dolukhanov P. M., Kadurin S. V., Larchenkov E. P. Dynamics of the coastal North Black Sea area in Late Pleistocene and Holocene and early human dispersal // *Quaternary International*. – 2009. – №197. – P. 27-34.

140. Dolukhanov P. M., Shilik K. K. Environment, sea-level changes, and human migrations in the Northern Pontic area during late Pleistocene and Holocene times. // *The Black Sea Flood question. Changes in Coastline, Climate and Human Settlement*. – Springer. – 2007. – P. 297-318.

141. Druzhinina O., Kublitskii J., Nazarova L., Subetto D., Syrykh L., Arslanov Kh., Stančikaitė M., Vaikutienė G., Kul'kova M. The Late Pleistocene–Early Holocene palaeoenvironmental evolution in the SE Baltic region: a new approach based on chironomid, geochemical and isotopic data from Kamyshovoye Lake, Russia // *Boreas*. – 2020. – №49 (3). – P. 544-561.

142. Druzhinina O., Rudinskaya A., Filippova K., Lazukova L., Lavrova N., Zharov A., Skhodnov I., Burko A., van den Berghe K. The Bølling–Allerød Transition in the Eastern Baltic: Environmental Responses to Climate Change // *Biology*. – 2023. – №12(6). – P. 821.

143. Eggermont H., Heiri O., Verschuren D. Fossil Chironomidae (Insecta: Diptera) as quantitative indicators of past salinity in African lakes // *Quaternary Science Reviews*. – 2006. – V.25. – P. 1966-1994.

144. Frolova L., Nazarova L., Pestryakova L., Herzsuh U. Subfossil cladoceran from sediment in thermokarst lakes in northeastern Siberia, Russia and their relationship to limnological and climatic variables // *Journal of Paleolimnology*. – 2014. – №52(1). – P. 107-119.

145. Frolova L.A., Nazarova L., Pestryakova L., Herzsuh U. Analysis of the Effects of Climate-Dependent Factors on the Formation of Zooplankton Communities that Inhabit Arctic Lakes in the Anabar River Basin // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2013. – №6(1). – P. 1-11.

146. Hammer Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // *Palaeontologia Electronica*. – 2001. – №4. – P. 4-9.

147. Harrison S.P., Yu G., Tarasov P.E. Late Quaternary lake-level record from northern Eurasia // *Quaternary Research*. – 1996. – Vol. 45. – P. 138-159.

148. Heiri O., Lotter A.F., Hausmann S., Kienast F. A chironomid-based Holocene summer air temperature reconstruction from the Swiss Alps // *The Holocene*. – 2003. – №13(4). – P. 477-484.

149. Henriksen M., Mangerud J., Matiouchkov A., Murray A.S., Paus A., Svendsen J.I. Intriguing climatic shifts in a 90 kyr old lake record from northern Russia // *Boreas*. – 2008. – №37. – P. 20–37.

150. Hill, M.O. Diversity and evenness: A unifying notation and its consequences // *Ecology*. – 1973. – №54. – P. 427-432.

151. Hughes A.L.C., Gyllencreutz R., Lohne Ø.S., Mangerud J., Svendsen, J.I. The last Eurasian ice sheets – a chronological database and time-slice reconstruction, DATED-1 // *Boreas*. - 2016. - №Vol. 45. - C. 1-45.

152. Ilyashuk B.P. Relict Crustaceans under Conditions of Long-Term Pollution of Subarctic Lake Imandra: Results of Observations in 1930–1998 // *Russian Journal of Ecology*. – 2002. – №33. – P. 200-204. <https://doi.org/10.1023/A:1015483608632>

153. Ilyashuk E., Ilyashuk B. Analysis of Chironomid Remains from Lake Sediments in Paleoecological Reconstruction // *Water Resources*. – 2004. – №31(2). – P. 203-214.

154. Ilyashuk E., Ilyashuk B., Hammarlund D., Larocque I. Holocene climatic and environmental changes inferred from midge records (Diptera: Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae) at Lake Berkut, southern Kola Peninsula, Russia // *The Holocene*. – 2005. – №15. – P. 897-914.

155. Ilyashuk EA, Ilyashuk BP, Kolka VV, Hammarlund D. Holocene climate variability on the Kola Peninsula, Russian Subarctic, based on aquatic invertebrate records from lake sediments // *Quaternary Research*. – 2013. – №79(3). – P. 350-361.

156. Ilyashuk, B., Ilyashuk, E. & Dauvalter, V. Chironomid responses to long-term metal contamination: a paleolimnological study in two bays of Lake Imandra, Kola Peninsula, northern Russia // *Journal of Paleolimnology*. – 2003. – №30. – C. 217-230. <https://doi.org/10.1023/A:1025528605002>

157. Juggins S. C2 Version 1.5 User guide. Software for ecological and palaeoecological data analysis and visualisation. – Newcastle: Newcastle University, 2007. – 73 pp.

158. Kaufman D, McKay N, Routson C, ... Syrykh L, ... et al. A global database of Holocene paleo-temperature record // *Scientific Data*. – 2020. – №7. – P. 115. doi: 10.1038/s41597-020-0445-3

159. Kittel P, Mazurkevich A, Wieckowska-Lüth M, Pawłowski D, Dolbunova E., Płóciennik M., Gauthier E., Krąpiec M., Maigrot Yo., Danger M., Mroczkowska A., Okupny D., Szymańda J., Thiebaut E., Słowiński M. On the border between land and water: The environmental conditions of the Neolithic occupation from 4.3 until 1.6 ka BC at Serteya, Western Russia// *Geoarchaeology*. - 2021. - №36. - C. 173–202.

160. Klemm J., Herzschuh U., Pisaric M.F.J., Telford R.J., Heim B., Pestryakova, L.A. A Pollen-Climate Transfer Function from the Tundra and Taiga Vegetation in Arctic Siberia and its Applicability to a Holocene Record // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2013. – №386. – P. 702-713.

161. Lenz M., Lebas E., Lenz M.M., Fedorov G., Gromig R., Kolka V., Krastel S., Leicher N., Melles M., Wagner B. Highly variable sediment deposition in Lake Imandra, NW Russia, since the Late Pleistocene // *Journal of Quaternary Science*. – 2022. – №5. – P. 745-764. <https://doi.org/10.1002/jqs.3353>

162. Lenz M., Savelieva L., Frolova L., Cherezova A., Moros M., Lenz M., Gromig R., Kostromina N., Nigmatullin N., Kolka V., Wagner B., Fedorov G., Melles M. Lateglacial and Holocene environmental history of the central Kola region, northwestern Russia revealed by a sediment succession from Lake Imandra // *Boreas*. – 2020. – №50(1). – P. 76-100. DOI: 10.1111/bor.12465.

163. Lenz M.M., Andreev A., Nazarova L., Syrykh L.S., Scheidt S., Hafliðason H., Meyer H., Brill D., Wagner B., Gromig R., Lenz M., Rolf C., Kuhn G., Fedorov G., Svendsen J.I., Melles M. Climate, glacial and vegetation history

of the polar Ural Mountains since c. 27 cal ka BP, inferred from a 54 m long sediment core from Lake Bolshoye Shchuchye // *Journal of Quaternary Science*. – 2022. – №37(5). – P. 818-835. <https://doi.org/10.1002/jqs.3400>

164. Long A.J., Woodroffe S.A., Roberts D.H., Dawson S. Isolation basins, sea-level changes and the Holocene history of the Greenland Ice Sheet // *Quaternary Science Reviews*. – 2011. – Vol. 30. Iss. 27–28. – P. 3748–3768.

165. Lowe J.J., Coope G.R., Lemdahl G., Walker M.J.C. The Younger Dryas climate signal in land records from NW Europe // *The Younger Dryas*. – Amsterdam: 1995. – P. 3-25.

166. Mangerud J., Andersen S.T., Berglund B.E., Donner J.J. Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification // *Boreas*. – 1974. – №3. – P. 109-127.

167. Mangerud, J., J. Ehlers, and P. Gibbard *Quaternary Glaciations: Extent and Chronology 1: Part I Europe*. – Amsterdam: Elsevier, 2004. – 488 pp.

168. Meyer H., Kostrova S.S., Meister P., Lenz M.M, Kuhn G., Nazarova L., Syrykh L.S., Dvornikov Y. Lacustrine diatom oxygen isotopes as palaeo precipitation proxy – Holocene environmental and snowmelt variations recorded at Lake Bolshoye Shchuchye, Polar Urals, Russia // *Quaternary Science Reviews*. – 2022. – V.290. – P. 107620. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107620>

169. Miettinen A., Savelieva L., Subetto D.A., Dzhinoridze R., Arslanov Kh., Hyvärinen H. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history // *Boreas*. – 2007. – №36 (4). – P. 441-458.

170. Moller Pillot H.K.M. *Chironomidae Larvae of the Netherlands and Adjacent Lowlands*. In: *Biology and Ecology of the Aquatic Orthocladinae*. – vol. 3. – Zeist, Netherlands: KNNV Publishing, 2013. – 312 p.

171. Moller Pillot H.K.M. *Chironomidae Larvae Volume 2 Biology and ecology of the Chironomini*. KNNV Publishing, 2009. – 270 pp.

172. Mroczkowska A, Pawłowski D, Gauthier E, Mazurkevich A, Luoto TP, Peyron O, Kotrys B, Brooks SJ, Nazarova LB, Syrykh L, Dolbunova EV, Thiebaut E, Płóciennik M, Antczak-Orlewska O, Kittel P. Middle Holocene Climate Oscillations Recorded in the Western Dvina Lakeland // *Water*. – 2021. – №13(11). – P. 1611. <https://doi.org/10.3390/w13111611>

173. Nazarova L, Syrykh L.S., Mayfield R.J., Frolova L.A., Ibragimova A.G., Grekov I.M., Subetto D.A. Palaeoecological and palaeoclimatic conditions on the Karelian Isthmus (northwestern Russia) during the Holocene // *Quaternary Research*. – 2020. – №95. – P. 65-83.

174. Nazarova L., Herzsuh U., Wetterich S., Kumke T., Pestjakova L. Chironomid-based inference models for estimating mean July air temperature and water depth from lakes in Yakutia, northeastern Russia // *Journal of Paleolimnology*. – 2011. – Vol. 45. – P.57-71.

175. Nazarova L., Lupfert H., Subetto D., Pestryakova L., Diekmann B. Holocene climate conditions in Central Yakutia (North-Eastern Siberia) inferred from sediment composition and fossil chironomids of Lake Temje // *Quaternary International*. – 2013. – P.264-274.

176. Nazarova L., Self A., Brooks S.J., van Hardenbroek M., Herzsuh U., Diekmann B. Northern Russian chironomid-based modern summer temperature data set and inference models // *Global Planetary Change*. – 2015a. – Vol. 134. – P.10-25.

177. Nazarova L., Syrykh L., Grekov I., Sapelko T., Krashennnikov A.B., Solovieva N Chironomid-Based Modern Summer Temperature Data Set and Inference Model for the Northwest European Part of Russia // *Water*. – 2023. – №15. – P. 976.

178. Nazarova L.B., Pestryakova L.A., Ushnitskaya L.A., Hubberten H.-W. Chironomids (Diptera: Chironomidae) in lakes of Central Yakutia and their indicative potential for paleoclimatic research // *Contemporary problems of ecology*. – 2008. – Vol. 1. – P.335-345.

179. Nazarova L.B., Sapelko T.V., Kuznetsov D.D., Syrykh L.S. Palaeoecological and Palaeoclimatical Reconstructions of Holocene According Chironomid Analysis of Lake Glubokoye Sediments // *Doklady Biological Sciences*. – 2015b. – Vol. 460. – P. 57-60.

180. Nazarova L.B., Self A.E., Brooks S.J., Solovieva N., Syrykh L.S., Dauvalter V.A. Chironomid Fauna of the Lakes from the Pechora River Basin (East of European part of Russian Arctic): Ecology and Reconstruction of Recent Ecological Changes in the Region // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2017. – Vol. 10. – P.350-362.

181. Nazarova, L.B., Frolova, L.A., Palagushkina, O.V., Rudaya N.A., Syrykh L.S., Grekov I.M., Solovieva N. & Loskutova O.A. Recent shift in biological communities: A case study from the Eastern European Russian Arctic (Bol'shezemelskaya Tundra) // *Polar Biology*. – 2021. – №44. – P. 1107-1125. <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02876-7>

182. New M., Lister D., Hulme M., Makin I. A high-resolution data set of surface climate over global land areas // *Climate Research*. – 2002. – №21. – P. 1–25.

183. Palagushkina O.V., Nazarova L.B., Wetterich S., Shirmmaister L. Diatoms from sediments of water bodies of Siberian Arctic // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2012. – Vol. 5 (4) – P. 413 – 422.

184. Pestryakova L.A., Herzschuh U., Wetterich S., Ulrich M. Present-day variability and Holocene dynamics of permafrost-affected lakes in central Yakutia (Eastern Siberia) inferred from diatom records // *Quaternary Science Reviews*. – 2012. – Vol. 51. – P. 56–70.

185. Pfalz, G., Diekmann, B., Freytag, J.-C., Syrykh, L., Subetto, D. A., and Biskaborn, B. K. Improving age–depth relationships by using the LANDO (“Linked age and depth modelling”) model ensemble // *Geochronology*. – 2022. – №4. – P. 269-295. <https://doi.org/10.5194/gchron-4-269-2022>.

186. Pielou E.C. The measurement of diversity in different types of biological collections // *Journal of Theoretical Biology*. – 1966. – №13. – P. 131-144.

187. Płóciennik M., Mroczkowska A., Pawłowski D., Wieckowska-Lüth M., Kurzawska A., Rzodkiewicz M., Okupny D., Szmańda J., Mazurkevich A., Dolbunova E., Luoto T.P., Kotrys B., Nazarova L., Syrykh L., Krapiec M., Kittel P. Summer temperature drives the lake ecosystem during the Late Weichselian and Holocene in Eastern Europe: A case study from East European Plain // *CATENA*. – 2022. – №214. – P. 106206. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106206>

188. Płóciennik M., Pawłowski D., Vilizzi L., Antczak-Orlewska O. From oxbow to mire: Chironomidae and Cladocera as habitat palaeoindicators // *Hydrobiologia*. – 2020. – №847. – P. 3257-3275. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04327-6>

189. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. – 2012. – URL: <http://www.r-project.org>.

190. Reimer P.J., Austin W., Bard E., Bayliss A., Blackwell P.G., Ramsey C.B., Butzin M., Cheng H., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., Manning S.W., Muscheler R., Palmer J.G., Pearson C., van der Plicht J., Reimer R.W., Richards D.A., Scott E.M., Southon J.R., Turney C.S.M., Wacker L., Adolphi F., Büntgen U., Capano M., Fahrni S., Fogtmann-Schulz A., Friedrich R., Köhler P., Kudsk S., Miyake F., Olsen J., Reinig F., Sakamoto M., Sookdeo A., Talamo S. The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration Curve (0–55 cal kBP) // *Radiocarbon*. – 2020. – Vol. 62(4) – P. 725-757. doi: [10.1017/RDC.2020.41](https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41)

191. Renssen H., Seppa H., Crosta X., Goosse H., Roche D.M. Global characterization of the Holocene Thermal Maximum // *Quaternary Science Review*. 2012. 48. P. 7-19.

192. Saarnisto, M., Saarinen, T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the Lake Onega Basin to the Salpausselka End Moraines // *Global and Planetary Change*: 2001. P. 387—405.

193. Sandgren P., Subetto D.A., Berglund B.E., Davydova N.N. & Savelieva L.A. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia // *GFF*. – 2009. – №126:4. – P. 363-380. DOI: 10.1080/11035890401264363

194. Schneider A., Wetterich S., Schirrmeister L., Herzs Schuh U., Meyer H., Pestryakova L.A. Freshwater ostracods (Crustacea) and environmental variability of polygon tundra in the Indigirka Lowland, north-east Siberia // *Polar Research*. – 2016. – №35. – P. 1-22.

195. Self A.E., Brooks S.J., Birks H.J.B. The distribution and abundance of chironomids in high-latitude Eurasian lakes with respect to temperature and continentality: development and application of new chironomid based climate-inference models in northern Russia // *Quaternary Science Review*. – 2011. – Vol. 30. – P.1122-1141.

196. Sevastyanov D.V., Subetto D.A. Reflection of climatic fluctuations on Lake Ladoga relief and bottom sediments. Monitoring and sustainable management of Lake Ladoga and other large lakes // *Reports to 3-rd International Lake Ladoga Symposium, (Aug. 23-27,1999)*. – Petrozavodsk: 1999. – C. 34.

197. Shannon C., Weaver W. The mathematical theory of communication // *Illinois: Univ. Illinois 58. Press*. – 1963. – 117 pp.

198. Stolba V.F., Andresen J. Archaeological surveys and replicability of their results: a case study from West Crimea, // *Environment and Habitation around the Ancient Black Sea*. Berlin-Boston. - 2021. - C. 235–25

199. Strater 5, Superior well log, borehole & cross section plotting. User's Guide. 2016. – 112 pp.

200. Subetto D.A., Nazarova L.B., Pestryakova L.A., Syrykh L.S., Andronikov A.V., Biskaborn B., Diekmann B., Kuznetsov D.D., Sapelko T.V., Grekov I.M. Paleolimnological Studies in Russian Northern Eurasia: A Review // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2017. – №10(4). – P. 327-335.

201. Subetto D.A., Wohlfarth B., Davydova N.N., Sapelko T.V., Björkman L., Solovieva N., Wastegård S., Possnert G., Khomutova V.I. Climate and environment on the Karelian Isthmus, northwestern Russia, 13000-9000 cal. yrs BP // *Boreas*. – 2002. – №31. – P. 1-19.

202. Suggitt A.J., Wilson R.J., August T.A., Fox R., Isaac N.J.B., Macgregor N.A., Morecroft M.D., Maclean I.M.D. Microclimate affects landscape level persistence in the British Lepidoptera // *Journal of Insect Conservation*. – 2015. – №19. – P. 237 – 253.

203. Sundqvist H.S., Kaufman D.S., McKay N.P., Balascio N.L., Briner J.P., Cwynar L.C., Sejrup H.P., Seppä H., Subetto D.A., Andrews J.T., Axford Y., Bakke J., Birks H.J.B., Brooks S.J., de Vernal A., Jennings A.E., Ljungqvist F.C., Rühland K.M., Saenger C., Smol J.P. and Viau A.E. Arctic Holocene proxy climate database – new approaches to assessing geochronological accuracy and encoding climate variables // *Climate of the Past*. – 2014. – № 10. – P. 1605 – 1631.

204. Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I., Demidov I., Dowdeswell J.A., Funder S., Gataullin V., Henriksen M., Hjort C., Houmark-Nielsen M., Hubberten H.W., Ingolfsson O., Jacobsson M., Kjaer K., Larsen E., Lokrantz H., Lunkka J.P., Lysa A., Mangerud J., Matioushkov A., Murray A., Möller P., Niessen F., Nikolskaya O., Polyak L., Saarnisto M., Siegert C., Siegert M.J., Spielhagen R.F. and Stein R. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia // *Quaternary Science Reviews*. – 2004. – №23(11). – P. 1229-1272. doi: 10.1016/j.quascirev.2003.12.008

205. Syrykh L., Subetto D., Nazarova L. Paleolimnological studies on the East European Plain and nearby regions: the PaleoLake Database // *Journal of Paleolimnology*. – 2021. – Vol. 65. – P. 369–375. DOI 10.1007/s10933-020-00172-8.

206. Syrykh L., Subetto D.A., Grekov I. Paleolimnological database for lakes of Russian plain // *Proceedings II PAST Gateways International Conference and Workshop: Trieste Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale*. – 2014. – P. 74–75.

207. Syrykh, L., Nazarova, L., Frolova, L., Grekov, I., Ibragimova, A., Subetto D. Development of the lake ecosystem, palaeoclimate and palaeoenvironment on the Kola Peninsula (NW Russia) as reconstructed from sediment record of the Lake Antyukh-Lambina // *Proceedings 33rd SIL Congress: Torino, Italy, July 31– August 5*. – 2016. – P. 378.

208. Syrykh, L., Nazarova, L., Kublitskiy, Y., Druzhinina, O., Subetto, D., Stančikaitė, M., Vaikutienė, G., Kulkova, M. Palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes at the late Pleistocene-Holocene transition in the SE Baltic region (Kaliningrad district, Russia) // *Proceedings International Scientific Conference and School for Young Scientists. INQUA Peribaltic group meeting and excursion, Lateglacial-Interglacial transition: glaciotectonic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes: KarRC RAS, Petrozavodsk, Russia, 19-25 August*. – 2018. – P. 119–120.

209. Syrykh, L., Subetto, D. The Database PaleoLake in modern palaeogeographical studies // *Paleolimnology of Northern Eurasia: experience, methodology, current status and young scientists school in microscopy skills in paleolimnology: Proceedings of the 3rd International Conference /Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 1-4th of October 2018*. – Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. – P.125-126.

210. Tarasov P.E., Pushenko V.Ya, Harrison S.P., ... Subetto D.A. et al. *Lake Status Record from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation*

of the Second Version of the Database Second version // Publ. Ser. Report №5. Boulder, Colorado, USA. – 1996. – 224 pp.

211. Tarasov P.E., Savelieva L.A., Kobe F., Korotkevich B.S., Long T., Kostromina N. A., Leipe Ch. Lateglacial and Holocene changes in vegetation and human subsistence around Lake Zhizhitskoye, East European midlatitudes, derived from radiocarbon-dated pollen and archaeological records // *Quaternary International*. – 2022. – Vol. 623. – P. 184-197.

212. Tracking environmental change using lake sediments. Vol. 2: Physical and geochemical methods Dordrecht. – London: Kluwer Academic Publishers, 2001. – 532 pp. ISBN 1-4020-0628-4

213. Wiederholm T. Chironomidae of the Holarctic Region, Keys and Diagnoses // Part 1—Larvae: *Entomologica Scandinavica*. – 1983. – №19. – P. 1-457.

214. Williams J.W., Grimm E.C., Blois J.L., Charles D.F., Davis E.B., Goring S.J., Graham R.W., Smith A.J., Anderson M., Arroyo-Cabrales J., Ashworth A.C., Betancourt J.L., Bills B.W., Booth R.K., Buckland P.I., Curry B.B., Giesecke T., Jackson S.T., Latorre C., Nichols J., Purdum T., Roth R.E., Stryker M., Takahara H. The Neotoma Paleoecology Database, a multiproxy, international, community-curated data resource // *Quaternary Research*. – 2018. – №89(1). – P. 156-177.

215. Zanon M., Davis B.A.S., Marquer L., Brewer S. and Kaplan J.O. European Forest Cover During the Past 12,000 Years: A Palynological Reconstruction Based on Modern Analogs and Remote Sensing // *Frontiers in Plant Science*. – 2018. – 9:253. doi: 10.3389/fpls.2018.00253

Приложение 1

Таблица П1.1. Метаданные БД PaleoLake

Lake – название озера, Location – расположение, регион; Lat., N – координаты, широта, ° с.ш.; Long., E – координаты, долгота, ° в.д.; Alt., m asl – высота над уровнем моря, м н.у.м., Max. depth, m – максимальная глубина, м;

Studied thickness, m – изученная мощность отложений, м; Org. sediments, m – мощность донных отложений, Dating – метод датирования, Record legth, cal BP – возраст, кал. л. н.; Analyses – палеолимнологические анализы, Reference 1 и Reference 2 – ссылки на источники данных. Сокращения: lith – литологический анализ, dia – диатомовый, pol – спорово-пыльцевой, chem – геохимический, LOI – анализ ППП, MM – магнито-минералогический, ch – хирономидный, cla – кладоцерный, tefra – тefрахронологический, macrofossil – макроостатки, varvachronological – варвахронологический, sed – седиментологический, mags – анализ остаточной намагниченности, grain size – гранулометрический, ost – остракодологический, radis – радиоизотопный

Рабочая версия представлена в открытом доступе на сайте PALEOLAKE DATABASE <https://sites.google.com/view/paleolakedatabase?usp=sharing>.

ID	Lake	Location	Lat., N	Long., E	Alt., m asl	Max depth, m	Studied thickness, m	Org. sediments, m	Dating	Record length, cal BP	Analyses	Reference 1	Reference 2
2	Akademicheskoe	Murmansk, Russia	67.74	33.71	759.4	18.5	0.13	n/d	210Pb	900	dia, lith, ch, LOI	Denisov, 2010	Denisov, 2012
3	Akhtanizovskiy liman	Krasnodar, Russia	45.29	37.16	1.0	1.8	n/d	n/d		~PB	pol	The history ..., 1992	
4	Alexandrovskoe mire	Murmansk, Russia	69.52	32.01	13.0		1.4	0.62		6000	pol, lith	Elina et.al.,2000	
5	Beloe	Arkhangelsk, Russia	62.33	39.00	135.0		2.8	2.8	14C	9865	lith	The history ..., 1992	Subetto, 2009
6	Beloe-Chernoe	Moscowskaya, Russia	55.72	37.35	145.0	13.5	4.75	4.25	pol correlation	12423	lith	The history ..., 1992	Tarasov, P. E., et.al. 1996
7	Bezdonnoe mire	Karelia, Russia	62.20	32.46	123.0		13.5	13.5	14C	11382	lith, pol	Pyavchenko N.I., et.al. 1976.	European pol database
8	Bezymiannoe	Belarus	54.22	30.00	190.0		n/d	n/d		12660	pol	Bogdel I.I. ..., 1984. 192 p.	European pol database
9	Bezymiannoe	Karelia, Russia	65.83	34.57	22.6	2.4	2.6	1.65		~AT	pol, lith, dia	Lazareva, Kolka, 2010	
10	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	68.85	32.68	77.0	2.8	3.25	2.53	14C	10153	lith, dia	Tolstobrov et.al, 2015.	Tolstobrov et.al 2016.
11	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.19	33.40	57.0		n/d			9150	llith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
12	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.18	33.40	48.5					9165	llith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
13	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.18	33.38	28.5					7790	llith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
14	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.24	33.31	26.0					8140	llith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
15	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.26	33.23	22.0					5830	llith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
16	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.25	33.32	17.0					4895	llith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
17	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	65.79	34.21	57.0	4.5	3	2.52	14C	10704	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
18	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	65.77	33.27	51.0	2.0	1.98	1.65	14C	11563	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
19	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	65.75	34.21	45.0	4.0	3	2.17	14C	10908	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
20	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	65.79	34.46	31.0	3.7	2.3	1.06	14C	10113	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
21	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	65.85	34.58	23.0	2.3	2.61	1.37	14C	6726	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
22	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	65.85	34.58	14.0	2.2	3.1	0.5	14C	4558	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
23	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	68.77	32.45	27.0	9.0	0.9	0.58	14C	5390	lith, dia	Tolstobrov et. al., 2015	
24	Boyarshchina	Karelia, Russia	62.03	35.12	37.0		6	1.4	14C	12000	pol	Elina et.al.,2000	
25	Bolotnoye	Ukraine	51.05	28.80	184.0		n/d	n/d	14C	5785	pol	European pol database	
26	Bolshoe Korzino	Arkhangelsk, Russia	65.04	35.39	17.0	2.7	3.5	2.85	14C	6555	lith, dia	https://docplayer.ru/43959885...	Subetto et. al., 2012
27	Bolshoe Zelenoe	Arkhangelsk, Russia	65.11	35.77	31.0	7.0	0.82	0.68	14C	10387	lith	https://docplayer.ru/43959885...	Subetto et. al., 2012
28	Bolshoy Kharbey	Komi, Russia	67.56	62.91	100.0	18.0	2.17	n/d	210Pb, 14C	5790	pol, dia, chir, cla, MM	Fefilova et.,al.2014	Nazarova et.,al.2014
29	Bolshoy Vudjarv	Murmansk, Russia	67.72	33.68	312.7	38.6	n/d	n/d			dia, lith, ch	Denisov, 2010	
30	Bolshoye Khavgilampi	Karelia	62.42	33.72	80.0	9.0			14C	10060	lith	Shelekhova et.al., 2005	
31	Chechkino mire	Karelia, Russia	62.25	34.00	55.0		12	6.85	14C	9642	lith	Pyavchenko et.al., 1976	Tarasov et.al., 1996
32	Chernikhovo	Belarus	53.42	26.43	168.0				14C	12386	pol	European pol database	
33	Chervonoe	Belarus	52.38	28.00	136.0	3.8	2.7	2.5	14C	11863	lith, pol	Yakushko et.al, 1975	Tarasov et.al., 1996
34	Chistoe	Moscowskaya, Russia	55.78	38.32	160.0	0.5	7	6.5		~13000	lith	Khotinskii, 1977	Tarasov et.al., 1996

35	Stupenchatoe	Murmansk, Russia	69.05	36.04	25.0		1.65	0.4	14C	5900	pol	Elina et.al.,2000	
36	Dalnie Zelenci	Murmansk, Russia	69.04	36.01	150.0		0.9	0.9	14C	4000	pol	Elina et.al.,2000	
37	Dlinnoe mire	Karelia, Russia	62.32	33.85	66.0		9	7.5	14C	11000	pol	European pol database	Tarasov et.al., 1996
38	Dolgoe	Moscowskaya, Russia	56.07	37.32	200.0	7.0	6.5	6.2	pol correlation	11064	lith, dia	The history ..., 1992	Khotinskii, 1977
39	Dolgoe	Belarus	55.23	28.18	173.0				14C	12270	pol	Zernitskaya et. al., 2001	European pol database
40	Don-ty	Komi, Russia	61.62	53.95	103.0	2.0				~AT3	pol, lith, dia	Marieva, 2000	Marchenko-Vagapova, 2010
41	Dovjok Swamp	Ukraine	48.75	28.25	274.0				14C	8660	pol	European pol database	
42	Finskoye	Murmansk, Russia	69.26	33.19	12.0					4130	lith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
43	Galichskoe	Kostroma, Russia	58.40	42.28	101.2	3.5	11.5	11.5	14C	55000	lith, pol, ch	The history ..., 1992	Tarasov et.al., 1996
44	Gel'myazevskoye	Ukraine	49.67	31.83	120.0				14C	10450	pol	European pol database	
45	Glubelka	Belarus	54.95	26.42	165.8	17.0	7	6.73	pol correlation	~12000	lith, pol	Yakushko, 2006	Tarasov et.al., 1996
46	Glubokoe	Moscowskaya, Russia	55.76	36.51	203.7	32.0	4	3.4	AMS	11090	pol, dia, chir, lith, LOI	Nazarova et.al., 2015	https://doi.org/10.1134/S0012496615010172
47	Gotnavolok	Karelia, Russia	62.17	33.75	88.0		13.5	11.8	14C	10300	pol	Elina et.al.,2000	European pol database
48	Il'men	Novgorod, Russia	58.30	31.23	18.0	4.5	6.5	4.9	pol correlation	12900	pol, lith, dia, ch	The history ..., 1992	Subetto, 2006
49	Imandra	Murmansk, Russia	67.67	33.18	127.5	11.5	8.4	5.2	Pb210	11560	lith, ch, pol, cla	Denisov, 2010	Dauvalter, 2002
50	Imatu Mire	Estonia	59.08	27.26	45.0				14C	11048	pol	European pol database	
51	Iosipovo	Ukraine	51.20	28.00	8.0				14C	7150	pol	European pol database	
52	Isakovskoe	Arkhangelsk, Russia	65.10	35.60	3.0	1.9	1.73	0.58	210Pb	1998	lith, dia	https://docplayer.ru/43959885...	Subetto et. al., 2012
53	Ivano-Frankovskoye	Ukraine	49.92	23.77	300.0				14C	11250	pol	European pol database	
54	Rummu	Estonia	59.45	25.29	42.0		3.5	2.6	14C	~11400	lith, pol dia	Heinsalu et al., 2007	
55	Rae Mire	Estonia	59.40	24.86	37.5		2	1	14C	12929	lith, pol dia	Heinsalu et al., 2007	
56	Kanent'yavr	Murmansk, Russia	68.80	34.30	182.9	22.3	2.14	2.14	14C	~10000	lith	The history ..., 1992	Tarasov et.al., 1996
57	Kardashinski Swamp	Ukraine	46.52	32.62	4.0				14C	9418	pol	European pol database	
58	Karujarv	Estonia	58.23	22.12	32.0				14C	6416	pol	European pol database	
59	Kepscoe	Karelia, Russia	65.50	32.10	124.0					8995	pol	European pol database	
60	Kharinei	Arkhangelsk, Russia	67.37	62.75	110.0	16.0			AMS	12664	pol, lith	Gervais et.al., 2002	Salonen et.al., 2011
61	Khibiny-2002-1-1 6	Murmansk, Russia	67.70	34.28	167.0				14C	10510	lith, dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
62	Khibiny-2002-1-2 3	Murmansk, Russia	67.77	34.18	152.0				14C	5200	lith, dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
63	Khibiny-2001-4 4	Murmansk, Russia	67.71	34.30	156.0				14C	8000	lith, dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
64	Khibiny-2003-2	Murmansk, Russia	67.76	34.05					14C	4300	lith, dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
65	Starosel'skiy Mokh	Tver', Russia	56.47	33.04	252.0				14C	9864	lith, pol	Nosova et al., 2014	
66	Kirikumae	Estonia	57.40	27.15	183.0		6.8	4.95	14C	10626	lith, pol	Harrison et al., 1993	European pol database
67	Komsomolskoe	Leningradskaya, Russia	60.78	30.07	14.9	19.6						Seitsonen et.al., 2016	
68	Kovdor	Murmansk, Russia	67.65	30.88	160.0	25.7	2	2	14C	9300	pol, lith, dia	The history ..., 1992	Subetto, 2006
69	KP-2	Murmansk, Russia	68.80	35.32					14C	9500	pol, chir	Seppä et.al., 2007	

70	Krasnokamsk	Perm, Russia	58.05	55.70			4.1	3.74	14C	11559	lith	Krylova, 1986	Tarasov et.al., 1996
71	Krivoe	Belarus	55.14	29.07	131.0	31.5	4.6	4.4	14C	12057	lith	Lopukh et al, 2011	Novik et al., 2010
72	Kubenskoe	Vologda, Russia	59.70	39.50	110.0	4.5	3.25	1.05	14C	13000	dia, lith	The history ..., 1992	Subetto, 2009
73	Kunyok	Murmansk, Russia	67.50	33.40	220.0					7000	pol	European pol database	
74	Kupalnoe	Murmansk, Russia	67.66	33.63	352.0	4.8	1.31	1.31	AMS	9765	chir, lith, ch, TC	Denisov, 2010	Ilyashuk et.al., 2013
75	Lacha	Arkhangelsk, Russia	62.59	37.67	118.0	5.0	5	3.7	14C	11000	lith, dia	The history ..., 1992	Subetto, 2009
76	Ladoga	Karelia; Leningradskaya, Russia	60.83	31.55	4.8	230.0	23	0	OSL	117600	pol, lith, dia, ch	Kalesnik, 1968	Subetto, 2007
77	Ermistu	Estonia	58.22	23.58	17.0				14C	11150	lith, pol	Übner et al., 2004	
78	Laksa	Arkhangelsk, Russia	62.80	40.58	109.0		2.72	2.62	14C	11308		Zubovich et.al., 1988	Tarasov et.al., 1996
79	Landshaftnoe	Karelia, Russia	64.34	30.32	207.0					8000	pol	European pol database	
80	Liivjarve Bog	Estonia	59.13	27.35	46.0				14C	9680	pol	European pol database	
81	Ljadhej-To	Arkhangelsk, Russia	68.25	65.75	150.0	26.0	11	6.5	AMS	10700	pol, lith, chir, dia, LOI	Andreev et.al., 2005	
82	Lovozero	Murmansk, Russia	68.00	35.00	160.0		0.78	0.65	14C	8200	pol	Elina et.al.,2000	
83	Luganskoe	Krasnodar, Russia	43.72	40.68	2425.0	1.0	2.55	1.65	14C	~5913		Tarasov et.al., 1996	
84	Maardu	Estonia	59.26	25.00	32.0				14C	11100	pol	Heinsalu, 2007	
85	Maliy Vudjarv	Murmansk, Russia	67.65	33.62	356.5	10.6						Denisov, 2010	
86	Medvedevskoe	Leningradskaya, Russia	60.23	29.90	102.2	4.0	2.36	1.35	AMS	14401	pol, lith, dia, chir, cla, ch, LOI, MM, tef	Subetto, 2006	Andronikov et.al., 2014
87	Medvezhye	Murmansk, Russia	68.87	32.65	92.0	3.5	1	0.95			lith, dia	Tolstobrov et. al., 2015	
88	Melekhovo Mire	Yaroslavl, Russia	56.83	38.50	150.0		12.2	12.2	14C	17576		Khotinskii, 1977	Tarasov et.al., 1996
89	Melent'evskoe	Komi, Russia	63.93	48.57	90.0		3.6	2.7	14C	13365		Khotinskii, 1977	Tarasov et.al., 1996
90	Mezhgornoe	Karelia, Russia	66.22	30.42	190.0					7920	pol	European pol database	
91	Michurinskoe	Leningradskaya, Russia	60.52	29.98	94.0	16.5	4.97	4.79	14C	12900	pol, lith, dia, ch, LOI	The history ..., 1992	Subetto, 2009
92	Johvika Mire	Estonia	58.30	22.20	32.0				14C	8752	pol	European pol database	
93	Saviku Mire	Estonia	58.24	27.14	30.0		7.2	7.05	14C	11887	lith, pol	European pol database	Tarasov et.al., 1996
94	Miroshy	Ukraine	51.20	28.00	8.0				14C	8275	pol	European pol database	
95	Mitrofanovskoe	Arkhangelsk, Russia	67.83	59.00	116.8	25.0	3.6	3.3	14C	7202	pol, lith, dia, chir	Nazarova, ... 2004	The history ..., 1992
96	Moshkarnoe mire	Karelia, Russia	62.25	34.25	58.0		15.3	8.2	14C	9300	lith	Khotinskii, 1977	Tarasov et.al., 1996
97	Mustusuo	Karelia, Russia	61.48	33.30	101.0					8670	pol	European pol database	
98	Mutnoe	Smolensk, Russia	55.50	31.78	180.0	3.0	8.16	6.95		11700		Kremen ..., 1990	Tarasov et.al., 1996
99	Myantylampi	Leningradskaya, Russia	61.14	29.92	12.0	1.1	3.12	2.14	14C	12500	pol, lith, dia	Subetto, 2009	
100	Naroch	Belarus	54.85	26.85	120.0	24.8	6	4	14C	15700	pol, lith, dia, ch	The history ..., 1992	Tarasov et.al., 1996
101	Nemino	Karelia, Russia	62.45	34.35	45.0				14C	5130	lith, pol	Pyavchenko et.al., 1976	European pol database
102	Nenazvanoe	Karelia, Russia	61.48	33.29	100.0					8400	pol	European pol database	
103	Nero	Yaroslavl, Russia	57.17	39.48	93.0	4.0	4.8	4.1	14C	12300	pol, lith, dia, ch, MF	The history ..., 1992	Khotinskii, 1977
104	Nerskoe	Moscowskaya, Russia	56.08	37.39	165.0	2.0	6.37	3	pol correlation	12	lith	The history ..., 1992	Khotinskii, 1977
105	Nigula	Estonia	58.00	24.40	55.0				14C	8040	pol	European pol database	

106	Nikel	Murmansk, Russia	69.27	30.45	185.0		1.35	1.35		9000	pol	Elina et.al.,2000	
107	Nosuo mire	Karelia, Russia	64.58	30.58	165.0		8.75	8	14C	7662	lith, pol	Elina, 1981	Pyavchenko et.al., 1976
108	Novolsky	Belarus	53.19	26.66	168.0				14C	12000	pol	European pol database	
109	Oltush	Belarus	51.70	23.96	158.3	2.2	4.8	4.4	14C	11200	pol	Novik et al., 2010	European pol database
110	Osinovoe	Murmansk, Russia	67.57	32.64	129.0	4.5	1.25	1.12	14C	11304	lith, dia	Tolstobrova et.al., 2016.	
111	Osintsevo	Perm, Russia	57.37	57.63	148.0		4.05	3.76	14C	11331	lith	Tarasov et.al., 1996	
112	Osveya (Osveya wetland complex)	Belarus	56.04	28.12	132.0		5.1	4.5	14C	8200	lith, LOI, pol	Zernitskaya et.al.,2019	
113	Otradnoe	Leningradskaya, Russia	60.80	30.20	19.4	28.0	n/d	n/d				Seitsonen et al., 2016	
114	Paanayarvi	Karelia, Russia	66.27	29.95	136.6	12.8	4.15	3.6	14C	10825	lith, pol, dias	Shelekhova, 1995	Tarasov et.al., 1996
115	Paidre	Estonia	58.16	25.38	506.0		6.23	4.5	14C	7659	pol, lith	Saarse, 1994	European pol database
116	Pasmlambina	Murmansk, Russia	66.70	35.45	122.0	4.5	4.5	4.5		10800	lith, dia	The history ..., 1992	Tarasov et.al., 1996
117	Pastorskoe	Leningradskaya, Russia	60.22	30.03	76.6	3.5	6.57	6.295	AMS	12600	pol, lith, dia, ch, LOI, MM, tef	Subetto, 2009	
118	Pelisoo	Estonia	58.28	22.23	33.0		5.65	5.6	14C	9067	pol	European pol database	Saarse et al., 1990
119	Pertozero	Karelia, Russia	60.73	35.83	95.8	2.6	4.1	0.92	14C	9500	lith, dia	Shelekhova, 2007	
120	Peschanoe	Belarus	51.98	25.48	139.3	5.7	4.5	4.2		13600	litholigacal	Yakushko, 2006	Tarasov et.al., 1996
121	Pityevoye	Murmansk, Russia	69.18	33.41	41.0				14C	9340	lith	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
122	Poteryanny Zub	Murmansk, Russia	68.82	35.32	131.0	5.5			AMS	9500	pol, lith	Gervais et.al., 2002	
123	Pridorozhnoye	Murmansk, Russia	68.51	34.09	205.0		1.25	1.05	pol correlation	8500	pol, lith	Elina et.al.,2000	
124	Pskovsko-Chudskoye	Pskovskaya, Russia; Estonia; Latvia	58.68	27.49	30.0	15.0			AMS; 210Pb, 226Ra, 137Cs	10380	lith, ch, LOI, MM	Kapanen, 2011	Leeben et al., 2010
125	Ptichje	Karelia, Russia	66.21	30.34	120.0					8600	pol	European pol database	
126	Punso	Estonia	57.41	27.15	183.0	1.5	3.2	3.2	14C	8700	lith, pol	European pol database	Tarasov et.al., 1996
127	Raigastvere	Estonia	58.36	26.40	52.0		11.3	11.3	14C	11200	lith, pol	The history ..., 1992	European pol database
128	Raut	Murmansk, Russia	68.65	31.75	93.0	2.5	4	3.35	14C	12605	lith, dia	Tolstobrov et. al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
129	Razlomnoe Mire	Karelia, Russia	62.24	34.53	53.0		8	6.25	14C	8028	lith	Elina, 1981	Tarasov et.al., 1996
130	Richi	Belarus	55.68	26.72	146.2	51.9	4	3.65	14C	13000	pol, lith, ch	The history ..., 1992	Yakushko, 2006
131	Rodnichnoe	Arkhangelsk, Russia	64.93	43.17	100.0		3.5	3.2	14C	10200	lith, pol	Elovicheva, 1985.	Bayanov, 2015
132	Rugozero	Karelia, Russia	64.08	32.52	130.0		8.6	8.3	14C	10404	pol	Elina et.al.,2000	Elina, 1981
133	Rybnoe	Stavropol, Russia	43.58	41.17	2151.0	3.0	1.57	1.49	14C	1900	lith, pol	Alexandrin et.al., 2018.	Tarasov et.al., 1996
134	Rybnoe	Murmansk, Russia	65.85	34.70	6.0	2.8	3	0.16	14C	1257	lith, dia	Kolka et. al., 2013	
135	Sambalskoe	Karelia, Russia	61.45	34.09	125.0		7.1	7.1	14C	10455	lith, pol	Elina et.al.,2000	
136	Schukozero	Arkhangelsk, Russia	62.35	39.83	165.0	1.0	3.1	2.9	14C	10000	lith, pol	Elovicheva, 1985.	Tarasov et.al., 1996
137	Shavnilampi	Karelia, Russia	62.53	33.70	88.5	6.0	5.9	3.18		~13200	pol, lith, dia, ch	Shelekhova et.al., 2005	Demodov, 2005
138	Shombasuo	Karelia, Russia	65.10	33.00			5.9	4.1	14C	10500	pol	Elina et.al.,2000	
139	Sindorskoe	Komi, Russia	60.77	52.00	130.0	4.0	3.35	2.55	14C	8600	pol	Golubeva, 2007	Tarasov et.al., 1996

140	Sladkiy liman	Krasnodar, Russia	45.65	37.67		1.5	n/d	n/d		~PB	pol	The history ..., 1992	
141	Solnechnoe	Karelia, Russia	65.55	34.30	12.0		6.5	5.3	14C	11200	pol	Elina et.al.,2000	
142	Somino	Yaroslavl, Russia	56.60	38.80	134.4	1.2	23.5	22	14C	11800	lith	The history ..., 1992	Khotinskii, 1977
143	Sporovskoe	Belarus	52.33	25.33	142.0	1.8	2	1.9	pol correlation	12000	lith, pol	Yakushko, 2006	Tarasov et.al., 1996
144	Stantsionnoye	Murmansk, Russia	65.79	33.94	72.0	2.3	1.95	1.26	14C	10990	pol, lith, dia	Kolka et. al., 2013	
145	Starniki	Ukraine	50.27	26.02	198.0		4.5	4.5	14C	11750	pol	Barber et.al., 2004	European pol database
146	Stoyanov 2	Ukraine	50.38	24.63	198.0		5.25	5.25	14C	7720	pol	European pol database	
147	Sudoble	Belarus	54.03	28.10	165.0	6.0	20.5	18.2	14C	13382	pol, lith, dia	Novik et al., 2010	The history ..., 1992
148	Suuri	Leningradskaya, Russia	61.13	29.93	12.5	5.5	2.7	1.7	14C	7500	pol, lith, dia	Subetto, 2009	
149	Svitjaz	Ukraine	51.50	23.87	163.0	58.4	2.47	2.3	14C	4400	lith	The history ..., 1992	Tarasov et.al., 1996
150	Svjatoe	Arkhangelsk, Russia	65.03	35.73	8.0	5.0	1.5	0.5	210Pb	2814	lith	https://docplayer.ru/43959885...	Subetto et. al., 2012
151	Terebenskoe	Novgorod, Russia	58.14	33.00	153.5	2.0	7.02	5.166	14C	13766	lith	Subetto, 2009	Wohlfarth et.al., 2006
152	Tesovo-Netyl'skoe	Novgorod, Russia	58.92	30.90	58.5	6.2	4.25	4.25	14C	7154	lith	Khotinskii et.al., 1991	Tarasov et.al., 1996
153	Tondi	Estonia	59.28	24.55	40.0		3.65	3.42	14C	5321	pol	European pol database	Lang et.al., 1996
154	Trostenskoe	Moscowskaya, Russia	55.86	36.48	195.0	3.0	5	5	14C	9600	lith	The history ..., 1992	Tarasov et.al., 1996
155	Tumannoe	Murmansk, Russia	69.04	36.01	150.0		1.35	1.35	14C	8700	pol	Elina et.al.,2000	
156	Tumbulovaty	Arkhangelsk, Russia	67.00	59.00	115.0	1.6	2.8		14C	11000	pol, lith	Väliranta, 2005	Salonen et.al., 2011
157	Tur	Ukraine	51.67	24.30	155.0	2.6	8	8	14C	12270	lith, dia	The history ..., 1992	Artyushenko et.al., 1955
158	Turova Dacha	Ukraine	48.90	24.10	8.0				14C	3366	pol	European pol database	
159	Ugolnoye	Murmansk, Russia	68.80	32.75	72.0	3.5	2	1.55	14C	11000	lith, dia	Tolstobrov et.al., 2015	Tolstobrov et. al., 2016
160	Uzkoe	Karelia, Russia	66.10	33.00	83.0		11.5	11	14C	11500	pol	Elina et.al.,2000	
161	Uzomoe	Leningradskaya, Russia	60.58	29.97	55.0	15.0	1.38	1.36	14C	7500	pol, lith	Arslanov et.al., 1993	Subetto, 2009
162	Valdaiskoe	Novgorod, Russia	57.98	33.27	192.5	60.0	7	3	pol correlation	12.1	pol, lith, dia	The history ..., 1992	Subetto, 2009
163	Verhnee Eino	Murmansk, Russia	69.39	32.25	100.0		1.4	1.22	14C	7500	pol	Elina et.al.,2000	
164	Verhnee Zelenoe	Arkhangelsk, Russia	65.12	35.79	35.0	5.0	2.6	2.6	14C	10817	lith	https://docplayer.ru/43959885...	Subetto et. al., 2012
165	Vishnevskoe	Leningradskaya, Russia	60.50	29.52	15.0	3.5	9.85	9	14C	11075	pol, lith, dia, ch, LOI	The history ..., 1992	Subetto, 2009
166	Vlastinsuo	Murmansk, Russia	69.03	29.21	95.0		4.8	4.25	14C	10200	pol	Elina et.al.,2000	
167	Vodlozero	Karelia, Russia	62.32	36.93	136.1	16.3	5.75	3.42	14C	9641	lith	Subetto, 2006	
168	Vohma Mire	Estonia	59.03	27.20	46.0				14C	7594	pol	European pol database	
169	Vozhe	Vologda, Russia	60.43	39.08	121.0	5.0	1.3	0.4	pol correlation	11800	lith, dia	The history ..., 1992	Subetto, 2009
170	WSBS-2004-10	Karelia, Russia	66.55	33.04	4.0		1.60	0.70	14C	723	dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
171	WSBS-2004-11	Karelia, Russia	66.55	33.10	72.0		5.00	4.90	14C	9364	dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
172	WSBS-2004-12	Karelia, Russia	66.54	33.05	87.0		5.00	4.90	14C	9385	dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
173	WSBS-2004-4	Karelia, Russia	66.55	33.04	27.5		2.40	2.40	14C	4989	dia	Shilova, 2011	Olyunina et.al., 2008
174	Zalozhtsy	Ukraine	49.75	25.45	320.0				14C	8840	pol	European pol database	
175	Zamoshje	Karelia, Russia	62.03	35.12	39.0		7	3.5		11200	pol	Elina et.al.,2000	

213	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.08	32.58	81.5						lith, ch	Tolstobrov et.al., 2011	Korsakova et.al., 2016
214	Kilometrovoe	Komi, Russia	67.61	62.87		9.0	0.16	n/d	no dated	no dated	cla	Frolova et.al., 201576/lim34	
215	Kotovo	Komi, Russia	67.55	62.85		4.0	0.28	n/d	no dated	no dated	cla	Frolova et.al., 201576/lim34	
216	Vankavad	Komi, Russia	65.99	59.46					AMS	5650		Frolova et.al., 201576/lim34	
217	Makarovskoe	Leningradskaya, Russia	60.76	29.26	11.6					14C	2960	lith, LOI, dia	Ludikova et.al., 2008 Dolukhanov et.al., 2009
218	Lamskoe	Leningradskaya, Russia	60.73	29.14							4277	lith, LOI, pol, dia	Ludikova et.al., 2008 Dolukhanov et.al., 2009
219	Voloyarvi	Leningradskaya, Russia	60.31	30.80		16.0					~6000	dia	Ludikova et.al., 2008
220	Putsaari (Svyatogo Sergia)	Karelia, Russia	61.50	30.57						14C	4483	dia	Ludikova et.al., 2008 Sapelko et.al., 2018
221	Uzlovoe (Riulkarvi)	Karelia, Russia	61.09	29.75	13.0					14C	4300	lith, LOI, pol, dia	Ludikova et.al., 2008 Dolukhanov et.al., 2009
222	Niznee Suzdalskoe	Leningradskaya, Russia	60.06	30.30	20.5	3.6	3	2.79	14C	10610	dia	Ludikova et.al., 2008	Kuznetsov et.al, 2019
223	Nikonovskoe (Nikkanlampi)	Valaam	61.37	30.90	8.1	3.7	1	0.75	14C	3388	lith, LOI, ch	Markov, 2011	Sapelko et.al., 2018
224	Krestovoe (Hirmulampi)	Valaam	61.35	30.97	8.3	2.2	1	0.5	14C	2655	lith, LOI, ch	Markov, 2011	Sapelko et.al., 2018
225	Letschovoe	Valaam	61.36	30.96				2.09	0.9	no dated	no dated	lith, ch	Markov, 2011
226	Germanovo	Valaam	61.38	30.97				0.4	n/d	no dated	no dated	lith, ch	Markov, 2011 Sapelko et.al., 2018
227	Svetloyar	Nizhny Novgorod	56.82	45.08	109.0	33.2	8.21	8.19	14C	2741	pol, lith, dia, ost	Sapelko et al., 2009	Engalychev, 2009
228	Shchuchye	Murmansk, Russia	67.84	33.67	208.3	3.0	7.8	7	14C	5510			
229	Kahala	Estonia	59.48	25.52	33.2	2.2	5.95	5.75	14C	11000	pol, lith		
230	Dzharylgach	Crimea	45.57	32.85	-0.4	1.0	4.18		AMS 14C	5470	lith, pol, dia, ost, var	Subetto et.al., 2007	Stolba et.al., 2007
231	Saki	Crimea	45.10	33.55	-0.7	1.5	4.8		AMS 14C	5475	lith, pol, dia, ost, var, time series	Subetto et.al., 2007	Stolba et.al., 2007
232	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.09	35.09	76.0	3.4	2.2	1.98	14C	12800	lith, pol	Evzerov, 2015	
233	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	67.52	35.65	218.0	2.2	2.6	2.2	14C	12300	lith	Evzerov, 2015	
234	Karadzhinskoe	Crimea	45.38	32.54	-0.3	2.0					lith	Subetto et.al., 2010	
235	Berezanskiy liman	Ukraine	46.72	31.52		3.2	~40	~25			~9000	lith	The history .., 1992
236	Sasyk	Crimea	45.20	33.50	-0.6	1.2	10	7			~9000	lith	The history .., 1992
237	Shagany	Ukraine	45.71	29.86	-0.4	2.4	15	11			~4000	lith	The history .., 1992
238	Dnestrovskiy liman	Ukraine	46.24	30.35		2.8	~40	2			~9000	lith	The history .., 1992
239	Khadzhibeyskiy	Ukraine	46.65	30.58		15.0	~32	~20			~4000	lith	The history .., 1992
240	Utluksky	Ukraine	46.16	35.00		3.5	6	4			~4000	lith	The history .., 1992
241	Tiligulskiy	Ukraine	46.85	31.10	-0.4	19.0	~32	~20			~12500	lith	The history .., 1992
242	Dneprovsko-Bugskiy liman	Ukraine	46.56	32.01		12.0	~30	~22			~9000	lith	The history .., 1992
243	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.68	34.32	12.0	6.0	3.03	0.32	14C	3300	lith, dia	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
244	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.68	34.32	18.5	5.0	1.1	0.64	14C	3900	lith, dia	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
245	Bezymiannoe (Barskoe)	Murmansk, Russia	66.70	34.33	27.0	7.0	1.84	1.185	14C	5690	lith, dia	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
246	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.78	34.21	30.0	7.5	6.97	0.19	14C	10560	lith, dia	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
247	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.77	34.21	36.5	5.3	3.53	0.65	14C	11230	lith, dia	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007

248	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.73	34.24	41.3	7.0	1.44	0.2	14C	9940	lith, dia	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
249	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.64	34.65	53.9	2.3	1.9	1.67	no dated	no dated	lith	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
250	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.79	34.02	60.0	8.0	0.3	0.3	no dated	no dated	lith	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
251	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.81	34.48	72.0	1.0	0.3	0.3	no dated	no dated	lith	Kolka et al, 2013	Yevzerov et al, 2007
252	Maliy liman	Krasnodar, Russia	44.69	37.53		4.3	0.9	n/d		256	lith, ch	Denisov et al., 2017 a	
253	Bolshoy Tambukan	Stavropol, Russia	43.96	43.12	548.0	10.0	0.56	n/d		150	lith, ch	Denisov et al., 2017 b	Denisov et al., 2017 c
254	Antu-Sinjaearv	Estonia	59.13	26.33	94.6	7.3	3.7	3.45	14C	12821	lith, pol	Tarasov et.al., 1996	
255	Bebrukas	Lithuania	54.12	24.55	160.0		9.15	9	14C	13701	lith, pol	Shuliya et.al., 1967	Tarasov et.al., 1996
256	Kamyshovoye	Kaliningrad, Russia	54.38	22.71	192.0	3.8	9.7	8.5	14C	13417	lith, ch, LOI, pol, chirs, dia	Druzhinina et.al., 2020	Kublitsky et al, 2016
257	Chistoye	Kaliningrad, Russia	54.39	22.73	207.0	3.8	3.6	3.2		~13417	lith	Kublitsky et al, 2016	
258	Protochnoye	Kaliningrad, Russia	54.40	22.61	153.0	1.2	8.6	8.3	14C	12101	lith	Kublitsky et al, 2016	
259	Shombruk Swamp	Kaliningrad, Russia	54.40	22.68	187.0		7.4	7.2	14C	9774	lith	Kublitsky et al, 2016	
260	Bogdanovskoye	Belarus	55.47	26.93	136.0	3.9	5.5	5.4		~11000	lith, ch, pol	Kuznetsov et.al., 1995	
261	Kaali	Estonia	58.37	22.67	14.0	4.0	5.05	4.7	14C	3634	lith, ch, pol	Losiak et.al., 2016	Raukas et al., 1995
262	Rudushskoe	Latvia	56.50	27.55	150.0	4.2	6.1	5.75	14C	9350	lith, pol	Khotinskii, 1977	Tarasov et.al., 1996
263	Tuuljärv	Estonia	57.69	27.14	257.0	17.4	6.45	5.82	14C	9800	lith, pol	Ilves, 1990	Saarse, 1994
264	Nikolsko-Lutinskoye Bog	Novgorod, Russia	57.45	30.06			7	6.5	14C	13969	lith, pol	Arslanov et.al., 1999	
265	Vorkalu	Latvia	56.33	27.50	154.3	5.0	7	6.1	14C	~PB	lith, dia	Tarasov et.al., 1996	
266	Kamenistoe	Murmansk, Russia	67.51	34.65	205.3	4.0	1.35	1.1	14C	10400	lith, pol, LOI	Krikunova, 2019	
267	Churozero	Murmansk, Russia	67.42	36.18		2.1	1.52	0.8	14C	12500	lith, pol	Krikunova, 2019	http://paleopolar.aari.ru/index.php/uroven/arktika
268	Zabugornoe	Arkhangelsk, Russia	66.42	42.45	4.0	14.5	0.76	0.36	no dated	no dated	lith, ch	http://paleopolar.aari.ru/index.php/uroven/arktika	
269	Kamennoe	Arkhangelsk, Russia	67.20	44.05	19.0	7.7	4.35	0.05	AMS	10628	lith, pol, dia, ch, var	Bolshiyarov et al., 2011	http://paleopolar.aari.ru/index.php/uroven/arktika
270	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	69.58	32.49	204.9	4.0	3	2.55	14C	9760	lith	Nikolaeva et al., 2015	
271	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	67.55	31.85	128.0	0.5	3	2	no dated	no dated	lith	Nikolaeva et al., 2015	
272	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	67.54	31.81	148.8	3.0	1.2	1.15	14C	8500	lith	Nikolaeva et al., 2015	
273	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	67.54	31.81	146.8	2.0	1.1	1.05	14C	8354	lith	Nikolaeva et al., 2015	
274	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	67.53	31.75	133.4	3.2	2.1	1.8	14C	9251	lith, pol, dia	Nikolaeva et al., 2015	
275	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	67.46	31.77	188.0	1.5	3.1	2.85	14C	9168	lith	Nikolaeva et al., 2015	
276	Vitsalampi	Karelia, Russia	61.19	29.98	15.0	4.0	1.7	1.7	14C	4583	lith, dia, LOI	Saarnisto et al., 1996	
277	Tserkovnoye (Osveya wetland complex)	Belarus	56.06	28.22	132.0		6.6	5.6	14C	11500	lith, LOI, pol	Zernitskaya et.al.,2019	
278	Mezhuzhol	Belarus	55.00	28.07	171.7	3.0			14C	11700	lith, pol	Novik et al., 2010	Zernitskaya et al, 2016
279	Lozoviki	Belarus	55.27	28.12	173.7	1.0			14C	16631	lith, pol	Novik et al., 2010	
280	Bobrovichskoe	Belarus	52.62	25.77	151.7	8.0			14C	13178	lith, pol	Novik et al., 2010	
281	Lembolovskoe	Leningradskaya, Russia	60.36	30.32	42.9	8.3	7.5	6.5	14C	11368	lith, pol	Arslanov et al., 2001	

282	Baskunchak	Astrakhan, Russia	48.20	46.92	-21.6	3.0	~320	n/d		>15000	lith	Kurilenko et al., 2008	The history of lakes of Northern Asia ..., 1995
283	Botkul	Astrakhan, Russia	48.29	46.52	2.0	1.0				>15000	lith	Vasiliev, 1961	
284	Elton	Astrakhan, Russia	49.13	46.70	-15.0	1.5				>15000	lith	Vasiliev, 1961	
285	Gor'ko-Solonoye	Astrakhan, Russia	49.32	46.09	16.7	1.0				>15000	lith	Vasiliev, 1961	
286	Bezymiannoe (Srednee)	Leningradskaya, Russia	60.08	34.93	85.0	1.5			14C	9500	lith, pol	Sapelko, 2006	
287	Revonlampi	Karelia, Russia	61.16	29.98	18.0	2.0	4.2	1.4	14C	~3500	lith, dia, LOI	Saarnisto et al., 1996	
288	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.32	32.78	23.0	6.0	6.1	0.94	14C	3660	lith, dia	Kolka et al., 2015	
289	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.34	32.73	33.0	4.0	1	0.56	14C	6338	lith, dia	Kolka et al., 2015	
290	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.30	32.78	39.6	4.3	1.5	0.8	14C	6368	lith, dia	Kolka et al., 2015	
291	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.29	32.78	53.0	2.0	4	2.25	14C	9048	lith, dia	Kolka et al., 2015	
292	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.30	33.14	60.9	7.0	2.73	1.81	14C	10215	lith, dia	Kolka et al., 2015	
293	Prokopyevskoe	Murmansk, Russia	66.27	33.06	11.0	4.0	2.8	2.2	14C	~2000	lith, dia	Kolka et al., 2015	
294	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.30	33.17	69.0	10.5	3.6	1.48	14C	12971	lith, dia	Kolka et al., 2015	
295	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.28	32.69	81.5	4.2	4.65	2.75	14C	12269	lith, dia	Kolka et al., 2015	
296	Kammenoe	Murmansk, Russia	66.27	32.59	91.7	3.6	5	4.61	14C	11037	lith, dia	Kolka et al., 2015	
297	Bezymiannoe	Murmansk, Russia	66.27	32.64	104.0	3.8	5.1	4.53	14C	11021	lith, dia	Kolka et al., 2015	
298	Antoniyevskoye (Antoninlampi)	Valaam	61.39	31.00	13.0	3.4	0.95	0.73	14C	3043	lith, LOI	Sapelko et al., 2018	Saarnisto, 2011
299	Zimnyakovoye (Simjakovskinlampi)	Valaam	61.38	30.97	12.3	2.2	1	1	14C	3295	lith, LOI	Sapelko et al., 2018	Saarnisto, 2011
300	Vitalievskoe (Vitalinlampi)	Valaam	61.40	31.00	10.8	1.5	1.05	0.89	14C	3114	lith, LOI	Sapelko et al., 2018	Saarnisto, 2011
301	Zapadnoye Igumenskoye (Western Igumeninlampi; Konevskoe)	Valaam	61.38	30.90	7.5	2.2	1	1	14C	2746	lith, LOI, ch	Markov, 2011	Sapelko et al., 2018
302	Vostochnoye Igumenskoye (Eastern Igumeninlampi; Konevskoe)	Valaam	61.38	30.91	7.5	6.0	1.1	0.62	14C	2559	lith, LOI, ch	Markov, 2011	Sapelko et al., 2018
303	Laurinlampi	Karelia, Russia	61.50	30.58	15.8		3	n/d	14C	2848	lith	Sapelko et al., 2018	Sapelko et al., 2014
304	Kiryavalampi	Karelia, Russia	61.70	30.77	17.0		n/d	n/d	14C	3235	lith	Sapelko et al., 2018	
305	Pikalalampi	Karelia, Russia	61.51	30.56	57.3		6.5	5.94	14C	11251	lith	Sapelko et al., 2014	
306	Tervalampi	Karelia, Russia	61.51	30.58	21.3	5.75	4.89	3.59	no dated	no dated	lith	Sapelko et al., 2014	
307	Vuorenlampi	Karelia, Russia	61.51	30.57	49.4	1.5	7.15	5.85	14C	10183	lith	Sapelko et al., 2014	
308	Takhtaryavr	Murmansk, Russia	67.70	33.47	806.0	25	0.54	0.05	pol correlation	BO3	lith, pol, dia	The history ..., 1992	
309	Synevyr	Ukraine	48.62	23.68	989.0	22	6.2	-	pol correlation	DR3	lith, pol	The history ..., 1992	
310	Chashnitsy	Yaroslavl, Russia	56.94	39.38	163.0	6	4.7	3.9	14C	11168	lith, LOI, ch, MF	Wohlfarth et al, 2007	
311	Glukas	Lithuania	54.28	24.57	109.5	36.9	6	6		AL	lith, dia	The history ..., 1992	

312	Gudyalyay (Gudelių ežeras)	Lithuania	54.41	23.87	105.0	2.5	8	7.5		PB	lith, pol	The history ..., 1992	
313	Soitsjärv	Estonia	58.56	26.69	53.0	8	9	6.7		11800	lith, pol	The history ..., 1992	
314	Nierisuo	Murmansk, Russia	66.50	30.18	306.0		5.5	5.5	14C	9400	lith, pol	Elina et.al.,2000	
315	Mäntylampi	Murmansk, Russia	66.30	30.07	287.0		4.2	3.4	14C	10200	lith, pol	Elina et.al.,2000	
316	Chudesnoye	Karelia, Russia	62.93	36.02			4.5	4.5	14C	11175	lith, pol	Elina et.al.,2000	
317	Maloe	Karelia, Russia	61.42	33.50		4.9	0.9	0.15	14C	13374	lith, pol	Elina et.al.,2000	
318	Kalina mire	Estonia	59.37	27.42	70.0		3.02	3.02	14C	10320	lith	Tarasov et.al., 1996	
319	Vaharu	Estonia	59.34	24.37	45.0		5.32	5.25	14C	12091	lith	Tarasov et.al., 1996	
320	Shventoji	Lithuania	55.00	21.25			2.4	0.8	14C	5025	lith	Tarasov et.al., 1996	
321	Bezymianno	Murmansk, Russia	68.64	29.72	83.7	2.7	1.82	0.2	14C	7927	lith	Tolstobrov, 2018	
322	Bezymianno	Murmansk, Russia	68.71	30.36	88.8	4.1	1.39	0.67	14C	8651	lith	Tolstobrov, 2018	
323	Riozinjärv	Murmansk, Russia	68.73	30.38	97.0	7	1.14	0.95	14C	9198	lith	Tolstobrov, 2018	
324	Bezymianno	Murmansk, Russia	68.69	30.21	103.6	2.3	3.68	3.15	14C	8826	lith	Tolstobrov, 2018	
325	Bezymianno	Murmansk, Russia	68.63	29.61	114.4	5.5	2.1	1.69	14C	9187	lith	Tolstobrov, 2018	
326	Käsmu	Estonia	59.58	25.88	3.9	3	2	0.35	14C	1850	lith, LOI, pol, dia	Grudzinska et al., 2012	
327	Lohja	Estonia	59.55	25.69	5.5	2.4	1.1	0.45	14C	2600	lith, LOI, pol, dia	Grudzinska et al., 2012	
328	Avelambi	Karelia, Russia	64.44	34.13	134	5	2.56	2.4	AMS	13950	lith, pol, dia	Lunkka et al., 2012	
329	Mendilambi	Karelia, Russia	64.43	34.13	121.0	6.4	2.7	2.525	AMS	13860	lith, pol, dia	Lunkka et al., 2012	
330	Nakhkanoelambi	Karelia, Russia	64.41	34.19	113.0	2.2	2.43	2.4	AMS	13990	lith, pol, dia	Lunkka et al., 2012	
331	Lake Basin 93 m	Karelia, Russia	64.41	34.25	93.0	0.5	2.5	2.41	AMS	13800	lith, pol, dia	Lunkka et al., 2012	
332	Shargilambi	Karelia, Russia	64.60	34.17	72.0	3.1	4.7	3.65	AMS	14200	lith, pol, dia	Lunkka et al., 2012	
333	Sosnovets bog	Karelia, Russia	64.47	34.58	45.0	0	2.9	2.76	AMS	11500	lith, pol, dia	Lunkka et al., 2012	
334	Bolshoye Zavetnoye (also Fi. Juoksemajärvi)	Leningradskaya, Russia	61.01	29.66	17.2	8	4.55	2.9	AMS	9409	lith, LOI, pol, dia, chirarcoal	Alenius et al.,2020	
335	Dolge	Arkhangelsk, Russia	63.75	37.30	12	4,8	4.65	4,6	14C	11783	lith, dia,pol	Shelekhova et al., 2018	
336	Korzrhino	Karelia, Russia	65.39	33.57	72.0	1,9	3,2	1,22	14C	8857	lith, dia	Shelekhova et al., 2012	Kolka et al., 2012
337	Yuzhnoe Khaugilampi	Karelia, Russia	63.55	33.33	153.0	2.5	3.5	3.25	14C	12700	lith, LOI, ch, pol, dia, chir, cla	Shelekhova et al., 2021 a	
338	Okunozero	Karelia, Russia	61.84	33.14	109.9	2.2	5.3	4.3	14C	9940	lith, dia	Shelekhova et. al., 2021 b	
339	Muannonyarvi	Karelia, Russia	62.08	31.49	171.8	0.8	2.4	2.34	14C	11300	lith, dia	Shelekhova et. al., 2020	
340	Torosyarvi	Karelia, Russia	63.50	33.29	120.4	2.6	2.9	1.56	AMS	10948	lith, pol, dia, cla, chirs	<i>in progress</i>	
341	Bezymianno	Murmansk, Russia	69.18	35.08	17.0	2.5	3.84	3.3	14C	11530	lith, dia	Tolstobrov et. al., 2018	
342	Bezymianno	Karelia, Russia	63.447722	31.229417	180.4				14C	10510	lith, dia	Shelekhova et. al., 2021 b	
343	Bezymianno	Karelia, Russia	63.289556	31.092806	192				14C	8360	lith, dia	Shelekhova et. al., 2021 b	
344	Khienyarvi	Karelia, Russia	63.289556	31.092806	200.1				14C	10360	lith, dia	Shelekhova et. al., 2021 b	
345	Shaverki	Karelia, Russia	63.231111	31.517111	203.3				14C	6200	lith, dia	Shelekhova et. al., 2021 b	
346	Bezymianno	Karelia, Russia	63.40	31.28	195.0				14C	9700	lith, dia	Shelekhova et. al., 2021 b	
347	Kislo-Sladkoe	Arkhangelsk, Russia	66.55	33.13		4.2	1.5		210Pb		lith, dia, GS, C/N	Shilova et al., 2020	

348	Stolbovov	Arkhangelsk, Russia	65.12	36.90	17.0	0.3	5.8	3.8	14C	5170	lith, dia	Repkina et al., 2020	
349	Golubov	Leningradskaya, Russia	60.67	28.88	12.0				AMS	8800	pol, chirs, Br/Ti	Shatalova et al., 2020	Ludikova et.al., 2020
350	Murakanskoe	Arkhangelsk, Russia	64.83	38.10							TC, TN, 13C and 15N, GS	Kublitskiy et al., 2020	Repkina et al. 2019
351	Berkut	Murmansk, Russia	66.18	36.66		6	1.58	1.58	AMS	9900	lith, TOC, chirs	Ilyashuk et al., 2005	
352	Zhizhitskoe	Pskov, Russia	56.22	31.22	166.0	7.8	5.5	4.86	14C	15000	lith	Kostromina et.al., 2016	
353	Yamozero	Komi, Russia	65.02	50.23	213.0	2.5	22	2	AMS, OSL	48130	lith, pol, LOI, radis	Helmens, 2014	Henriksen et al., 2008
354	Antukh-Lambina	Murmansk, Russia	67.07	33.31	59.4	4	2.89	2.05	AMS	7546	lith, dia, LOI, chir, cla	Grekov et.al., 2016	
355	Serteya	Smolensk, Russia	55.63	31.54	152.5	0	7.95	4.44	AMS	11800	lith, ch, LOI, dia, chir, cla	Plóciennik et.al., 2022	
356	Laviyarvy	Karelia, Russia	61.64	30.49	5.9	3.5	6.6	0.31	AMS	14000	lith	<i>in progress</i>	
357	Polevskoe	Karelia, Russia	62.31	35.28	54.7	3.2	11.28	2.8	AMS	12000	lith, pol, dia, LOI, chir, cla	Syrykh et.al., 2020	Strakhovenko et.al., 2018
358	Maloye Shchuchye	YaNAO, Russia	67.82	66.16	280.0						sed, chir	<i>in progress</i>	
359	Bolshoye Shchuchye	YaNAO, Russia	67.53	66.2	187.00	136	54	0	AMS	25830 ± 110	sed, ch, MM, pol, chir	Lenz et.al., 2022	
360	Mezhgornoe	Komi, Russia	65.26	59.67	550.0	17	3.25	3	AMS	11250±140	lith, pol, MF, cla, dia	Kultti et.al., 2003	

Таблица П1.2. Библиографические данные по каждому объекту БД

1.	Андроников А.В., Субетто Д.А., Лауретта (D. S.Lauretta) Д.С., Андроникова И.Е., Дросенко Д.А., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Сырых Л.С. Поиск следов метеоритного удара: особенности распределения микроэлементов в позднеплейстоценовых осадках оз. Медведевское (Карельский перешеек, Россия) // Доклады Академии наук. - 2014. - №457(1). - С. 69-73.
2.	Артюшенко А.Т., Оксяюк О.П. Результаты спорово-пыльцевого и диатомового анализов донных отложений озера Тур // Ботан. журн. АН УССР. - 1955. - №12. - С. 70-76.
3.	База данных о палеоклимате и вековых колебаниях уровня морей Арктики и Антарктики. http://paleopolar.aari.ru
4.	Баянов Н.Г. Опыт экологического мониторинга карстовых и пойменных озёр в заповедниках России (на примере Пинежского и Керженского заповедников): дис. ... д-р. биол. наук - Петрозаводск, 2015. - 528 с.
5.	Белкина Н. А., Субетто Д.А., Ефременко Н.А., Потахин М.С., Кулик Н.В. Химический состав донных отложений северной части Ладожского озера как показатель многолетней изменчивости экосистемы водоема // Труды КарНЦ РАН. - 2015. - №9. - С. 53-61.
6.	Белкина Н.А. Закономерности осадконакопления и раннего диагенеза донных отложений в водоемах юго-восточной части Фенноскандинавского кристаллического щита: дис. ... д-р. геогр. наук: 25.00.36 "Геоэкология (по отраслям)". - СПб, 2021. - 294 с.
7.	Богдель И.И. Развитие природы Белоруссии в голоцене: дис. ... канд. геог. наук: 11.00.04. - Минск, 1984. - 194 с.
8.	Большиянов Д.Ю., Вахрамеева П.С., Фёдоров Г.Б., Бакунов Н.А, Сапелко Т.В., Лудикова А.В., Макаров А.С., Павлов М.В. Осадконакопление в озере каменном (Канин п-ов) и изменения климата голоцена по озёрным осадкам // Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода: «Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований». - Апатиты: 2011. - С. 83-86.
9.	Васильев Ю.М. Антропоген Южного Заволжья. - М.: Издательство Академии наук СССР, 1961. - 128 с.
10.	Голубева Ю. В. Палинологические исследования болот Синдорского георхеологического микрорайона // Каменный век европейского Севера. - Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2007. - С. 161-164.
11.	Д. А. Субетто, Н. А. Белкина, В. Д. Страховенко [и др.] Палеолимнология Онежского озера: от приледникового озера к современным условиям . - Петрозаводск: Карельский научный центр Российской академии наук, 2022. - 331 с.
12.	Даувальтер В.А. Геоэкология донных отложений озер. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012. - 242 с.
13.	Даувальтер В.А. Химический состав донных отложений субарктического озера под влиянием горной металлургии // Известия АН. Серия географическая. - 2002. - №4. - С. 65-73.
14.	Даувальтер В.А., Кашулин Н.А., Сандимиров С.С. Тенденции изменений химического состава донных отложений пресноводных субарктических и арктических водоемов под влиянием природных и антропогенных факторов // Труды Кольского научного центра РАН. - 2012. - №2. - С. 55-87.
15.	Демидов И.Н. Деградация поздневалдайского оледенения в бассейне Онежского озера // Геология и полезные ископаемые Карелии. - 2005. - №8. - С. 134-142.
16.	Денисов Д.Б. Реконструкция развития экосистемы Малого горного субарктического водоема за последние 900 лет (на примере озера Академическое, Хибин, Кольский полуостров) // Труды Кольского научного центра РАН. - 2012. - №2. - С. 1-22.
17.	Денисов Д.Б. Экологические особенности водорослевых сообществ разнотипных субарктических водоемов // Вестник Кольского научного центра РАН. - 2010. - №1. - С.48-56.
18.	Евзеров В.Я. Геология четвертичных отложений Кольского региона. - Апатиты: Принципы и методы реконструкции и картирования растительности голоцена, 2015. - 195 с.
19.	Евзеров В.Я., Корсакова О.П., Колька В.В. История развития морских бассейнов в Беломорской депрессии за последние 130 тысяч лет (состояние вопроса и перспективы исследований) // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. - 2007. - №67. - С. 54-65.

20.	Елина Г.А. Принципы и методы реконструкции и картирования растительности голоцена. - Ленинград: Наука, 1981. - 159 с.
21.	Елина Г.А., Лукашов А.Д., Юрковская Т.К. Позднеледниковье и голоцен Восточной Фенноскандии (палеорастительность и палеогеография). - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. - 242 с.
22.	Еловичева Я.К. Условия накопления карбонатных отложений голоцена Архангельской области // Озерные карбонаты Нечерноземной зоны СССР. - Пермь: ППИ, 1985. - С. 69-78.
23.	Енгальчев С. Ю. Озеро Светлояр - голоценовый метеоритный кратер на востоке Нижегородской области // Региональная геология и металлогения. - 2009. - №37. - С. 40-50.
24.	Зерницкая В. П., Жуховицкая А.Л., Власов Б.П., Курзо Б.В. Озеро Долгое (седиментогенез, стратиграфия, донных отложений, и этапы развития). - Минск: 2001. - 84 с.
25.	Зерницкая В., Новенко Е. Реконструкция климата Беларуси в позднеледниковье и голоцене // Наука и инновации. - 2016. - №9(163). - С. 21-24.
26.	Зерницкая В.П., Власов Б.П., Матвеев А.В., Новик А.А., Субетто Д.А., Кублицкий Ю.А., Орлов А.В. Корреляция динамики окружающей среды юго-восточной периферии Поозерского (Валдайского) оледенения в позднеледниковье и голоцене // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. - 2020. - №1. - С. 45-59.
27.	Зерницкая В.П., Матвеев А.В., Ракович В.А., Колосов И.Л. История развития Освейского водно-болотного комплекса (север Беларуси) в позднеледниковье и голоцене // Литасфера. - 2019. - №1(50). - С. 28-43.
28.	Зубович С.Ф., Кокаровцев В.К. Успенская О.Н. Климат северной лесной зоны европейской части СССР // Палеоклиматы голоцена европейской территории СССР. - М.: 1988. - С. 29-35.
29.	Ибрагимова А.Г., Фролова Л.А., Сырых Л.С., Субетто Д.А. Реконструкция экологических обстановок прошлого для Карельского перешейка на основе анализа субфоссильного состава Cadocera (Branchiopoda, Crustacea) донных отложений озера Медведовское // Пути эволюционной географии: Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко. - М.: Институт географии РАН, 2016. - С. 467-469.
30.	История Ладожского, Онежского, Псковско-Чудского озер, Байкала и Ханки - Серия «История озёр» изд. - СПб: Наука, 1990. - 279 с.
31.	История озёр Восточно-Европейской равнины // Серия "История озёр", СПб:Наука - 1992. - 262 с.
32.	История озер Северной Азии. - СПб: Наука, 1995. - 288 с.
33.	Калесник С.В. Ладожское озеро. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. - 160 с.
34.	Колька В. В., Корсакова О. П., Шелехова Т. С. и др. Перемещение береговой линии Белого моря и гляциоизостатическое поднятие суши в голоцене (район поселка Кузема, Северная Карелия) // Доклады Академии наук. - 2012. - №442(2). - С. 263-267.
35.	Колька В.В., Демидова С.В., Феденя С.А. Новые данные о трансгрессии позднеледникового моря в пределах Туломской депрессии // Теория и практика комплексных морских исследований в интересах экономики и безопасности российского Севера: Тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Апатиты. - Апатиты: КНЦ РАН, 2005. - С. 71-73.
36.	Колька В.В., Евзеров В.Я., Мёллер Я.Й., Корнер Д.Д. Перемещение уровня моря в позднем плейстоцене - голоцене и стратиграфия донных осадков изолированных озер на южном берегу Кольского полуострова, в районе поселка Умба // Известия АН. Серия географическая. - 2013. - №1. - С. 73-88.
37.	Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б., Арсланов Х.А. Реконструкция относительного положения уровня Белого моря в голоцене на Карельском берегу (район поселка Энгозеро, северная Карелия) // ДАН. - 2013. - №449(5). - С. 587-592.
38.	Колька В.В., Корсакова О.П., Шелехова Т.С., Толстоброва А.Н. Восстановление относительного положения уровня Белого моря в позднеледниковье и голоцене по данным литологического, диатомового анализов и радиоуглеродного датирования донных отложений малых озер в районе пос. Чупа (северная Карелия) // Вестник МГТУ. - 2015. - №2. - С. 255-268.
39.	Корсакова О.П., Колька В.В., Толстоброва А.Н., Лаврова Н.Б., Толстобров Д.С., Шелехова Т.С. Литология и позднеледниковая стратиграфия донных отложений из котловин изолированных

	бассейнов побережья Белого моря // Стратиграфия. Геологическая корреляция. - 2016. - №24(3). - С. 81-101.
40.	Костромина Н.А., Титов А.В. Морфология и донные отложения озера Жижигского // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Географические исследования Евразии: история и современность», посвященной 160-летию экспедиции П. П. Семенова на Тянь-Шань в рамках XII Большого географического фестиваля. - М.: Издательство «Перо», 2016. - С. 28-31.
41.	Костромина Н.А., Савельева Л.А., Федоров Г.Б., Крикунова А.И., Колька В.В., Ленц М., Меллес М. Реконструкция развития растительности в позднем плейстоцене и голоцене на основе спорово-пыльцевого анализа донных отложений озера Имандра // Материалы V Всероссийской конференции с международным участием "Динамика экосистем в голоцене". - М.: 2019. - С. 153-155.
42.	Кочубей О.В., Марков В.Е., Дзюба О.Ф., Нестеров Е.М. Реконструкции природных обстановок ландшафтов средне- и позднеголоценового времени на основе комплексного использования палинологического и геохимического методов // Вестник СПбГУ. - 2012. - №2. - С. 13-27.
43.	Кремень А.С., Малясова Е.С. История озер Смоленской области // Состояние и оптимизация природной среды юго-запада Нечерноземья. - 1990. - С. 32-46.
44.	Крикунова А.И. Реконструкция развития растительности и климата в голоцене на основе спорово-пыльцевого анализа донных отложений озера Каменистое (Кольский п-ов) – ВКР - 2019. - С. 65.,
45.	Крылова Л.И. Состояние формирования голоценовых отложений Краснокамска по данным малакофаунистического анализа // Гажа Нечерноземья для химической мелиорации кислых почв. - Пермь. - 1986. - С. 64-73.
46.	Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Арсланов Х.А., Дружинина О.А., Сходнов И.Н. Палеоклиматическая реконструкция изменений природно-климатических обстановок в конце плейстоцена и голоцене в юго-восточной части Балтийского региона по данным литологического анализа и динамике потерь при прокаливании // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). - 2014. - №2(31). - С. 179-184.
47.	Кублицкий Ю.А., Харин Г.С., Субетто Д.А., Арсланов Х.А. Реконструкция формирования озер и болот Виштынецкой возвышенности (Калининградская обл) и их седиментационных процессов // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). - 2016. - №2. - С. 100-105.
48.	Кузнецов В.А., Жуховицкая А.Л., Еловичева Я.К. Стратиграфия и седиментогенез голоценовых отложений озера Богдановское // Лигасфера. - 1995. - №3-95. - С. 30-42.
49.	Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А. Стратиграфия донных отложений Карельского перешейка. - М.: ГЕОС, 2019. - 122 с.
50.	Куриленко В.В., Зеленковский П.С. Месторождение минеральных солей оз. Баскунчак: геология, особенности современного соленакопления, механизмы природо- и недропользования // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. - 2008. - №3. - С. 17-32.
51.	Лазарева О.В., Колька В.В. Палеоэкологические условия формирования палиноспектров Прибеломорской низменности в связи с колебаниями уровня Белого моря // Геология и полезные ископаемые Карелии. - 2010. - №13. - С. 149-152.
52.	Лопух П.С., Якушко О.Ф. Общая лимнология: пособие для студентов геогр. фак. - 2011 изд. - Минск: БГУ, 2011. - 366 с.
53.	Лудикова А.В. История развития и современное состояние водоемов Карельского перешейка и г. Санкт-Петербурга по материалам диатомового анализа донных отложений: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.36. - СПб, 2008. - 25 с.
54.	Мариева Н.А. Сапропелевые отложения голоцена озера Дон-ты (Усть-Куломский район) // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Информационные материалы 9-й научной конференции. - Сыктывкар: Геопринт, 2000. - С. 192.
55.	Марков В.Е. Геоэкологические исследования донных отложений внутренних водоемов Валаамского архипелага // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. - 2011. - №138. - С. 95-100.
56.	Марченко Т.И. Палеогеография голоцена Европейского Севера (по данным диатомового анализа): автореф. дис. ... канд. г.-м. наук: 04.00.01. - Сыктывкар, 1997. - 17 с.

57.	Марченко-Вагапова Т.И. Диатомовые комплексы оз. Донты // Пресноводные диатомеи голоцена Европейского Северо-Востока России. - Екатеринбург: РАН УрО Коми НЦ, Институт геологии, 2010. - С. 35-37.
58.	Назарова Л.Б., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Сырых Л.С. Палеоэкологические и палеоклиматические реконструкции голоцена по результатам хирономидного анализа донных отложений озера Глубокое // Докл. Акад. наук. - 2015. - №460(6). - С. 736-739.
59.	Назарова Л.Б., Брукс С.Д. Личинки хирономид (Diptera: Chironomidae) как индикаторы палеоклиматических изменений // Успехи современной биологии. - 2007. - №127(6). - С. 619-629.
60.	Назарова Л.Б., Брукс С.Д. Хирономиды (Diptera, Chironomidae) в палеоклиматических исследованиях // Евразийский энтомологический журнал. - 2004. - №3 (4). - С. 300-306.
61.	Назарова Л.Б., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Сырых Л.С. Палеоэкологические и палеоклиматические реконструкции голоцена по результатам хирономидного анализа донных отложений озера Глубокое // Доклады Академии наук. - 2015. - №460(6). - С. 736.
62.	Назарова Л.Б., Фролова Л.А., Косарева Л.Р., Рудая Н.А., Сырых Л.С., Гафиатуллина Л.И., Кузина Д.М., Палагушкина О.В., Туманов О.Н., Фефилова Е.Б., Лоскутова О.А. Магнито-минералогические и биологические показатели донных отложений оз. Большой Харбей. // Журнал СФУ. Биология. - 2014. - №4, - С. 372-394.
63.	Николаева С.Б., Лаврова Н.Б., Толстобров Д.С., Денисов Д.Б. Реконструкция палеогеографических обстановок голоцена в районе озера Имандра (Кольский регион): результаты палеолимнологических исследований // Труды КарНЦ РАН. Лимнология. - 2015. - №5. - С. 34-47.
64.	Носова М.Б., Новенка Е.Ю., Зерницкая В.П., Дюжова К.В. Палинологическая индикация антропогенных изменений растительности восточно-европейских хвойно- широколиственных лесов в позднем голоцене // Известия РАН. Серия Географическая. - 2014. - С. 72-84.
65.	Павлова Е. Ю., Дорожкина М. В., Девятова Э. И. Природная среда и климат Верхнепонойской депрессии (Кольский п-ов) в позднем неоплейстоцене-голоцене (по данным палинологического анализа донных отложений оз. Чурозеро) // Тез. докл. VII Всерос. совещания по изуч. четв. периода: Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. - Апатиты: 2011. - С. 128-131.
66.	Пьявченко Н.И., Елина Г.А., Чачхиани В.Н. Основные этапы истории растительности и торфонакопления на Востоке Балтийского щита в голоцене // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода. - 1976. - №45. - С. 3-24.
67.	Репкина Т.Ю., Романенко Ф.А., Лудикова А.В., Зарецкая Н.Е. Северо-западные берега Онежского полуострова Белого моря в голоцене: условия развития, динамика, хронология // Известия РАН. Серия Географическая. - 2020. - №84(6). - С. 888-904.
68.	Саарсе Л. Донные отложения малых озер Эстонии. - Таллинн: Акад. Наук., 1994.
69.	Сапелко Т. В., Терехов А. В., Амантов А. В. Ладожская трансгрессия: реконструкция финальной стадии и последующего спада в северной части озера // Региональная геология и металлогения. - 2018. - №75.- С. 23-34.
70.	Сапелко Т.В. Динамика развития растительности на территории Кенозерского национального парка в голоцене // Известия русского географического общества. - 2006. - №138(3). - С. 70-76.
71.	Сапелко Т.В., Баянов Н.Г. Палеолимнологическое исследование озера Светлояр // IV Международ. науч. конф. «Теоретические и прикладные аспекты современной лимнологии». - Минск: 2009. - С. 48-50.
72.	Сапелко Т.В., Гузиватый В.В. Кузнецов Д.Д. Комплексные палеолимнологические исследования на озере Глубоком // Труды гидробиологической станции на Глубоком озере им. Н.Ю. Зографа. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. - С. 139-148.
73.	Сапелко Т.В., Смирнов Н.Н., Щерочиньска К., Хасанов Б.Ф., Баянов Н.Г., Кузнецов Д.Д., Антипушина Ж.А. История озера Глубокое (Московская область) по результатам анализа донных отложений // Доклады Академии наук. География. - 2013. - №450(3). - С. 344-347.
74.	Сапелко, Т.В., Кузнецов, Д.Д., Корнеевкова, Н.Ю., Денисенков, В.П., Лудикова, А.В. Палеолимнология внутренних озер острова Путсаари (Ладожское озеро) // Известия Русского Географического Общества. - 2014. - №146(3). - С. 29-40.

75.	Список литературы база данных
76.	Столба В.Ф., Субетто Д.А., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Лудикова А.В. Палеолимнологические исследования соляных озер Западного Крыма // Археологические открытия. - М.: Наука, 2005. - С. 560-562.
77.	Субетто Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. - СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. - 339 с.
78.	Субетто Д.А. История формирования Ладожского озера и его соединения с Балтийским морем // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). - 2007. - №1. - С. 111-120.
79.	Субетто Д.А. Поздне-последледниковая трансформация озерных седиментационных обстановок на Северо-Западе России // Экологический вестник научных центров ЧЭС. - 2006. - №2. - С. 1-7.
80.	Субетто Д.А. Поздне-последледниковая трансформация озерных седиментационных обстановок на Северо-Западе России // Экологический вестник научных центров ЧЭС. - 2006. - №2. - С. 1-7.
81.	Субетто Д.А., Сапелко Т.В., Столба В.Ф., Кузнецов Д.Д., Нестеров Е.М. Новые палеолимнологические исследования в Крыму // Геология, геоэкология, эволюционная география. - СПб: РГПУ им. А. И. Герцена, 2010. - Р. 188-190.
82.	Субетто Д.А., Столба В.Ф., Кузнецов Д.Д., Неуструева И.Ю., Сапелко Т.В., Лудикова А.В. Стратиграфия и хронология озерных отложений Крыма как основа реконструкции колебаний уровня Черного моря. // Геология морей и океанов. Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии, Москва, 12-16 ноября. - М.: РАН, Институт океанологии, 2007. - С. 282-284.
83.	Субетто Д.А., Сырых Л.С., Леонтьев П.А., Андроников А.В., Назарова Л.Б., Кублицкий Ю.А. Резкие/катастрофические природно-климатические изменения и явления на рубеже позднего плейстоцена и голоцена на Северо-Западе России // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). - 2016. - №2. - С. 87-96.
84.	Субетто Д.А., Шевченко В.П., Лудикова А.В., Кузнецов Д.Д., Сапелко Т.В., Лисицын А.П., Евзеров В.Я., П. ван Беек, Суо М., Субетто Г.Д. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // ДАН. - т. 446(2). - 2012. - С. 183-190.
85.	Субетто Д.А., Шевченко В.П., Сапелко Т.В., Кузнецов Д.Д., Лудикова А.В., Андреева Н.Н., Субетто Г.Д. История озер Соловецкого архипелага и изменения уровня Белого моря в голоцене. Предварительные результаты палеолимнологических исследований 2006 // Геология морей и океанов. Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии, Москва, 12-16 ноября. - Материалы XVII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии т.4: ГЕОС, 2006. - С. 286-288.
86.	Сырых Л.С. Седиментогенез как критерий классификации озер Восточно-Европейской равнины и прилегающих территорий // Географический вестник. - 2023. - №3(66). - С. 19-26.
87.	Сырых Л.С., Назарова Л.Б. Субетто Д.А. Предварительные данные о развитии климата на территории Карельского перешейка в голоцене по результатам хирономидного и литологического анализов // Труды Карельского научного центра РАН Серия «Лимнология». - 2015. - №5. - С. 53-59.
88.	Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Пронина А.В., Греков И.М., Дружинина О.А. Изменение таксономического состава хирономид в колонке озерных отложений Куликово (Калининградская область) // Материалы XI Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция "Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие". - СПб: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. - С. 263-265.
89.	Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Субетто Д.А. Предварительные данные о развитии климата на территории Карельского перешейка по результатам хирономидного и литологического анализов // Труды Карельского научного центра РАН. - 2015. - №5. - С. 53-59.
90.	Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Субетто Д.А., Белкина Н.А., Потахин М.С., Греков И.М. Первые результаты исследования субфоссильных сообществ хирономид (Chironomidae) в донных отложениях оз. Полевского, Заонежский полуостров, Карелия // Астраханский вестник экологического образования. - 2020. - № 3(57). - С. 4-10.

91.	Сырых Л.С., Назарова Л.Б., Субетто Д.А., Белкина Н.А., Потахин М.С., Греков И.М. Первые результаты исследования субфоссильных сообществ хириноид (Chironomidae) в донных отложениях оз. Полевского, Заонежский полуостров, Карелия // Астраханский вестник экологического образования. - 2020. - №3. - С. 4-10.
92.	Тетерюк Б.Ю. Флора озёр Харбейской системы (восток Большеземельской тундры) // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. - №7(3). - 2014 - С. 291-302.
93.	Толстобров Д.С. Голоценовая тектоника северо-западной части Кольского региона: автореф. дис. ... канд. г.-м. наук: 25.00.01. - М., 2018. - 191 с.
94.	Толстобров Д.С., Колка В.В., Толстоброва А.Н., Корсакова О.П. Опыт хронологической корреляции береговых форм рельефа голоценового моря в депрессии реки Тулома и Кольском заливе // Вестник МГТУ т. 19. - 2016. - №1/1. - Р. 142-150.
95.	Толстобров Д.С., Колька В.В., Корсакова О.П. Рудные минералы в различных фациях донных отложений озерных котловин на побережье Белого моря. Успехи современного естествознания. - 2011. - № 7. - С. 55-59
96.	Толстобров Д.С., Толстоброва А.Н., Колька В.В., Корсакова О.П. Постледниковое поднятие земной коры в северо-западной части Кольского региона // Вестник МГТУ. - 2015. - №2. - С. 295-306.
97.	Толстобров Д.С., Толстоброва А.Н., Колька В.В., Корсакова О.П., Субетто Д.А. Возможные следы голоценовых цунами в озерных донных отложениях в районе пос. Териберка (Кольский полуостров, Россия) // Труды Карельского научного центра РАН. - 2018. - №9. - С. 92-102.
98.	Толстоброва А.Н., Толстобров Д.С., Колька В.В., Корсакова О.П. История развития озера осинового (Кольский регион) в поздне- и постледниковое время по материалам диатомового анализа донных отложений // Труды КарНЦ РАН. - 2016. - №4. - С. 106-116.
99.	Фефилова Е.Б., Батурина М.А., Кононова О.Н., Лоскутова О.А., Хохлова Л.Г., Дубовская О.П. Многолетние изменения в сообществах гидробионтов в Харбейских озерах // Журнал СФУ. Биология. - 2014. - №3. - С. 240-267.
100.	Фролова Л.А., Ибрагимова А.Г. Карцинологический анализ донных отложений озер Километровое и Котово Харбейской системы (Большеземельская тундра) // Труды КарНЦ РАН. - 2015. - №5. - С. 5-17.
101.	Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. Опыт трансконтинентальной корреляции этапов развития растительности и климата. - М.: Наука, 1977. - 200 с.
102.	Хотинский Н.А., Алешинская З.В., Гуман М.А., Климанов В.А., Черкинский А.Е. Новопериодная схема ландшафтно-климатических изменений в голоцене // Известия Академии Наук СССР, серия Географическая, - № 3. - 1991. - С. 30-42.
103.	Шелехова Т.С. Диатомовая флора озера Паанаярви и ее современное состояние // Природа и экосистемы Паанаярвского национального парка. - Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. - С. 44-54.
104.	Шелехова Т.С. История развития озера Пертозеро в южном Прионежье (по данным диатомового анализа) // Геология и полезные ископаемые Карелии. - 2007. - №10. - С. 207-212.
105.	Шелехова Т.С., Васьюк О.В., Демидов И.Н. Палеоэкологические условия развития Северо-западного Прионежья в позднеледниковье и голоцене. // Геология и полезные ископаемые Карелии. - 2005. - №8. - С. 149-157.
106.	Шелехова Т.С., Колька В.В., Зарецкая Н.Е., Корсакова О.П., Толстоброва А.Н., Лаврова Н.Б., Толстобров Д.С. Стратиграфия донных осадков малых озер и палеогеография западного берега Онежского залива Белого моря в позднеледниковье и голоцене // Геоморфология. - 2018. - №2. - С. 48-59.
107.	Шелехова Т.С., Колька В.В., Корсакова О.П. История озера Коржино по данным диатомового анализа (район поселка Кузема, северная Карелия) // Геология и полезные ископаемые Карелии. - 2012. - №15. - С. 151-164.
108.	Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б. Палеогеографические реконструкции развития территории северо-западной Карелии (по данным изучения донных отложений малых озер) // Труды КарНЦ РАН. Сер. Лимнология. Океанология. - 2020. - №9. - С. 101-122.

109.	Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б., Лазарева О.В., Тихонова Ю.С. Палеогеографические условия формирования донных отложений малых озер западной Карелии в голоцене (Россия) // Материалы 2-й Всероссийской конференции «Пути эволюционной географии». - М.: 2021. - С. 449-454.
110.	Шелехова Т.С., Лаврова Н.Б., Субетто Д.А. Реконструкция палеогеографических условий позднеледниковья-голоцена в центральной Карелии (на основе комплексного анализа озерных отложений озера Южное Хаугилампи) // Известия РГО. - 2021. - №153(6). - С. 73-89.
111.	Шелехова Т.С., Тихонова Ю.С., Лазарева О.В. Динамика природной среды и развития озера Окуньозеро в Южной Карелии в позднеледниковье и голоцене (по микропалеонтологическим данным) // Труды Карельского научного центра РАН. Серия «Лимнология». - 2021. - №4. - С. 134-152.
112.	Шилова О. С. Диатомовые водоросли в разрезе донных отложений оз. Щучьего (Хибины, Кольский п-ов) // Материалы XV международной научной конференции (XV Диатомовая школа) Диатомовые водоросли: современное состояние и перспективы исследований. - Борок: 2017. - С. 84-85.
113.	Шилова О.С. Голоценовые диатомеи болот Кольского полуострова и Северо-Восточной Карелии. - М.: МАКС Пресс, 2011. - 177 с.
114.	Шилова О.С., Романенко Ф.А., Колька В.В., Денисов Д.Б. Изменения природной среды в Северных Хибинах (Кольский п-ов) в голоцене по данным диатомового анализа озерных отложений // Геоморфология. - 2019. - №3. - С. 91-101.
115.	Якушко О.Ф. Общие и индивидуальные особенности лимногенеза котловинных озер Белорусского Поозерья. 2006 г.
116.	Alexandrin M.Y., Darin A., Kalugin I.A., Dolgova E., Grachev A.M., Solomina O.N. Annual Sedimentary Record From Lake Donguz-Orun (Central Caucasus) Constrained by High Resolution SR-XRF Analysis and Its Potential for Climate Reconstructions // Frontiers in Earth Science. - 2018. - №6.
117.	Andreev A.A., Shumilovskikh L.S., Savelieva L.A., Gromig R., Fedorov G.B., Ludikova A., Wagner B., Wennrich V., Brill D. and Melles M. Environmental conditions in northwestern Russia during MIS 5 inferred from the pollen stratigraphy in a sediment core from Lake Ladoga // Boreas. - 2019. - №48(2). - P. 377-387.
118.	Andreev A.A., Tarasov P.E., Ilyashuk B.P., Ilyashuk E. A. , Cremerd H., Hermichen W.-D., Wischer F. , Hubberten H.-W. Holocene environmental history recorded in Lake Lyadhej-To sediments, Polar Urals, Russia // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 2005. - №223(3-4). - P. 1814-203.
119.	Andronikov A.V., Subetto D.A., Lauretta D.S. et al. In search for fingerprints of an extraterrestrial event: Trace element characteristics of sediments from the lake Medvedevskoye (Karelian Isthmus, Russia) // Doklady Earth Sciences. - 2014. - №457. - P. 819-823.
120.	Arslanov K., Savelieva L., Klimanov V., Chernov S., Maksimov F., Tertychnaya T., Subetto D. New Data on Chronology of Landscape-Paleoclimatic Stages in Northwestern Russia During the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. - 2001. - №43(2B). - P. 581-594.
121.	Arslanov K., Saveljeva L., Gey N., Klimanov V., Chernov S., Chernova G., . . . Denisenkov V. Chronology of Vegetation and Paleoclimatic Stages of Northwestern Russia During the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. - 1999. - №41(1). - P. 25-45.
122.	Arslanov Kh., Davydova N., Khomutova V., Krasnov I., Malakhovsky D., Saarnisto M., Saksa A., Subetto, D. Deglaciation of Karelian Isthmus; the Vuoksi system and its role in Lake Ladoga evolution. Ecological problems of Lake Ladoga // Abstracts I International Symposium. - SPt: 1993. - P. 43.
123.	Arslanov Kh.A., Saveljeva L.A., Gey N.A., Klimanov V.A., Chernov S.B., Chernova G.M., Kuzmin G.F., Tertychnaya T.V., Subetto D.A., Denisenkov V.P. Chronology of Vegetation and Paleoclimatic Stages of Northwestern Russia During the Late Glacial and Holocene // Radiocarbon. - 1999. - №41(1). - P. 25-45.
124.	Barber K., Zolitschka B., Tarasov P., Lotter A.F. (2004) Atlantic to Urals – the Holocene climatic record of Mid-Latitude Europe. In: Battarbee R.W., Gasse F., Stickley C.E. (eds) Past Climate Variability through Europe and Africa // Developments in Paleoenvironmental Research. - 2004. - №6. - P. 3-20.
125.	Borisova O.K. Lake Galich during the Late Valdai (Weichselian) glaciation // Paleolimnology of Northern Eurasia: experience, methodology, current status and young scientists school in microscopy

	skills in paleolimnology: Proceedings of the 3rd International Conference (Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 1-4 of October 2018). - Kazan: Publ. House of Kazan University Kazan, 2018. - P. 25-27.
126.	Corner G.D., Kolka V.V., Yevzerov V.Ya., Moller J.J. Postglacial relative sea-level change and stratigraphy of raised coastal basins on Kola Peninsula, northwest Russia // <i>Global and Planetary Change</i> . - 2001. - №31. - P. 155-177.
127.	Denisov V.I., Kuznetsov A.N., Latun V.I., Tkachenko Yu.Yu., Zagranichny K.A. Estimation of sedimentation rate and the concentration of microelements in bottom sediments and suspended matter extracted from sediment traps in Lake Maliy Liman // <i>Geology of seas and oceans: Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology</i> . Vol. III. - M.: IO RAS, 2017. - P. 45-49.
128.	Denisov V.I., Shevchenko V.P., Gordeyev V.V., Tkachenko Yu.Yu., Potapov E.G. Element composition of bottom sediments, suspended matter and aerosols of Lake Bolshoy Tambukan // <i>Geology of seas and oceans: Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology</i> . Vol. III. - M.: IO RAS, 2017. - P. 55 – 58
129.	Denisov V.I., Tkachenko Yu.Yu., Fyodorov Yu.A., Shevchenko V.P., Potapov E.G. Estimation of modern sedimentation rate tempo collected by sediment traps in Lake Bolshoy Tambukan // <i>Geology of seas and oceans: Proceedings of XXII International Conference on Marine Geology</i> . Vol. III. - M.: IO RAS, 2017. - P. 50 - 54
130.	Dolukhanov P. M., Subetto D. A., Arslanov K. A., Davydova N. N., Zaitseva G. I., Djinoridze E. N., Kuznetsov D. D., Ludicova A. V., Sapelko T. V., Savelieva L. A. The Baltic Sea and Ladoga Lake transgressions and early human migrations in North-western Russia // <i>Quaternary International</i> . - 2009. - №203(1-2). - P. 33-51.
131.	Druzhinina O., Kublitskiy Y., Stančikaite M., Nazarova L., Strykh L., Gedminiene L., Uogintas D., Skipityte R., Arslanov K., Vaikutiene G., Kulkov, M., Subetto D. The Late Pleistocene–Early Holocene palaeoenvironmental evolution in the SE Baltic region: a new approach based on chironomid, geochemical and isotopic data from Kamyshovoye Lake, Russia // <i>Boreas</i> . - 2020. - №49. - P. 544-561.
132.	European pollen database // https://epdweblog.org/
133.	Gervais B. R., MacDonald G. M., Snyder J. A., Kremenetski C. V. <i>Pinus sylvestris</i> treeline development and movement on the Kola Peninsula of Russia: pollen and stomata evidence // <i>Journal of Ecology</i> . - 2002. - №90(4). - P. 627-638.
134.	Grekov I. M., Kolka V.V., Strykh L., Nazarova L.B. Reconstruction of early Holocene paleoclimate and environment in the SW Kola region, Russian Arctic // <i>Geophysical Research Abstracts V.18</i> . - Vienna: EGU General Assembly, 2016.
135.	Grudzinska I., Saarse L., Vassiljev J., Heinsalu A., Veski S. A palaeocoastline reconstruction for the Käsmu and Pärissaare peninsulas (northern Estonia) over the last 4000 years // <i>Estonian Journal of Earth Sciences</i> . - 2013. - №61(4). - P. 307-316.
136.	Harrison S.P., Prentice I.C., Guiot J. Climatic controls on Holocene lake-level changes in Europe // <i>Climate Dynamics</i> . - 1993. - №8. - P. 189-200.
137.	Heinsalu A. and Veski S. The history of the Yoldia Sea in Northern Estonia: palaeoenvironmental conditions and climatic oscillations // <i>Geol. Quart.</i> - 2007. - №51(3). - P. 295-306.
138.	Helmens, Karin F. The Last Interglacial–Glacial cycle (MIS 5–2) re-examined based on long proxy records from central and northern Europe // <i>Quaternary Science Reviews</i> . - 2014. - №86. - P. 115-143.
139.	Henriksen M., Mangerud J., Matiouchkov A., Murray A.S., Paus A., Svendsen J.I. Intriguing climatic shifts in a 90 kyr old lake record from northern Russia // <i>Boreas</i> . - 2008. - №37. - P. 20-37.
140.	Ilves E. Tartu radiocarbon dates XI // <i>Radiocarbon</i> . - 1990. - №32(1). - P. 99-105.
141.	Ilyashuk E., Ilyashuk B., Hammarlund D., Larocque I. Holocene climatic and environmental changes inferred from midge records (Diptera: Chironomidae, Chaoboridae, Ceratopogonidae) at Lake Berkut, southern Kola Peninsula, Russia // <i>Holocene</i> . - 2005. - №15. - C. 897-914.
142.	Ilyashuk E.A., Ilyashuk B.P., Kolka V.V., Hammarlund D. Holocene climate variability on the Kola Peninsula, Russian Subarctic, based on aquatic invertebrate records from lake sediments // <i>Quaternary Research</i> . - Vol. 79(3). - 2013. - P. 350–361.
143.	Kapanen, G. Pool of mobile and immobile phosphorus in sediments of the large, shallow Lake Peipsi over the last 100 years // <i>Environmental Monitoring and Assessment</i> . - 2011. - №184. - P. 6749-6763.

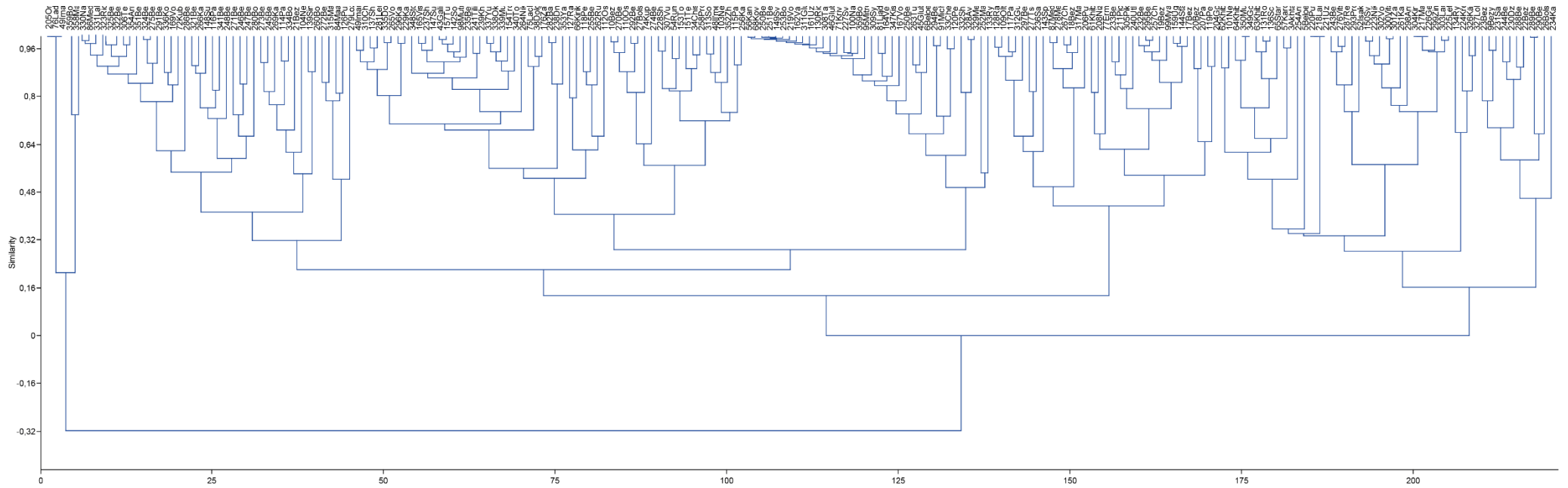
144.	Kittel P, Mazurkevich A, Wieckowska-Lüth M, Pawłowski D, Dolbunova E., Plóciennik M., Gauthier E., Krąpiec M., Maigrot Yo., Danger M., MroczkowskaA., Okupny D., Szymańda J., Thiebaut E., Słowiński M. On the border between land and water: The environmental conditions of the Neolithic occupation from 4.3 until 1.6 ka BC at Serteya, Western Russia // <i>Geoarchaeology</i> . - 2021. - №36. - P. 173–202.
145.	Kostrova Svetlana, Hanno Meyer, Hannah L. Bailey, Anna V. Ludikova, Raphael Gromig, Gerhard Kuhn, Yuri A. Shibaev, Anna V. Kozachek, Alexey A. Ekaykin, Bernhard Chaplugin Holocene hydrological variability of Lake Ladoga, northwest Russia, as inferred from diatom oxygen isotopes // <i>Boreas</i> . – V.48. – P. 361-376.
146.	Kublitskiy Y.A., Repkina T.Y., Leontiev P.A., Zaretskaya N.E., Peretrukhina A.O., Shilova O.S., Subetto D.A., Seung Il Nam, Jung-Hyun Kim Reconstruction of the relative sea-level (RSL) of the Gulf of Dvina (White Sea) based on the study of lake sediments on the Onega Peninsula // <i>Limnology and Freshwater Biology</i> . - 2020. - №4. - P. 451-452.
147.	Kultti S., Väiliranta M., Sarmaja-Korjonen K., Solovieva N., Virtanen T., Kauppila T., Eronen M. Palaeoecological evidence of changes in vegetation and climate during the Holocene in the pre-Polar Urals, northeast European Russia // <i>Journal of Quaternary Science</i> . - 2003. - №18. - P. 503-520.
148.	Kuznetsov D., Subetto D., Sapelko T., Neustrueva I., Ludikova A., Gerasimenko N., Stolba V., Derevyanko G. Lakes Sediments of the Crimean Peninsula and their Use in Reconstructions of the Black Sea Level Changes // <i>Quaternary Stratigraphy and Paleontology of the Southern Russia: connections between Europe, Africa and Asia</i> . Abstract volume, 2010 annual meeting INQUA-SEQS. - Rostov-on-Don: 2010. - P. 88-89.
149.	Lang V. & Kimmel, K. Archaeological and palynological evidence for human impact on the vegetation of the Tondi area, northern Estonia // <i>PACT</i> . - 1996. - №51. - P. 103-112.
150.	Lang V. The Bronze and Early Iron Ages in Estonia. 2007. - 298 p.
151.	Leeben A., Heinsalu A., Alliksaar T., Vassiljev J. High-resolution spectroscopic study of pore-water dissolved organic matter in Holocene sediments of Lake Peipsi (Estonia/Russia) // <i>Hydrobiologia</i> . - 2010. - №646. - P. 21-31.
152.	Lenz M., Lebas E., Lenz M.M., Fedorov G., Gromig R., Kolka V., Krastel S., Leicher N., Melles M., Wagner B. Highly variable sediment deposition in Lake Imandra, NW Russia, since the Late Pleistocene // <i>Journal of Quaternary Science</i> . – 2022. – №5. – P. 745-764.
153.	Lenz M., Savelieva L., Frolova L., Cherezova A., Moros M., Baumer M.M., Gromig R., Kostromina N., Nigmatullin N., Kolka V., Wagner B., Fedorov G., Melles M. Lateglacial and Holocene environmental history of the central Kola region, northwestern Russia revealed by a sediment succession from Lake Imandra // <i>Boreas</i> . - 2021. - №50. - P. 76-100.
154.	Lenz M., Savelieva L., Frolova L., Cherezova A., Moros M., Lenz M., Gromig R., Kostromina N., Nigmatullin N., Kolka V., Wagner B., Fedorov G., Melles M. Lateglacial and Holocene environmental history of the central Kola region, northwestern Russia revealed by a sediment succession from Lake Imandra // <i>Boreas</i> . – 2020. – №50(1). – P. 76-100.
155.	Lenz M.M., Andreev A., Nazarova L., Srykh L.S., Scheidt S., Haflidason H., Meyer H., Brill D., Wagner B., Gromig R., Lenz M., Rolf C., Kuhn G., Fedorov G., Svendsen J.I., Melles M. Climate, glacial and vegetation history of the polar Ural Mountains since c. 27 cal ka bp, inferred from a 54 m long sediment core from Lake Bolshoye Shchuchye // <i>Journal of Quaternary Science</i> . – 2022. – №37(5). – P. 818-835
156.	Lisetskii, F.N., Pichura V. I. Paleoecological Conditions Antiquity in the Northern Black Sea Region (According to the Sedimentation in Lake Saki, Crimea) // <i>European Geographical Studies</i> . - 2016. - Vol.11, Is.3.-P. 83-107. - DOI: 10.13187/egs.2016.11.83.
157.	Losiak A., Wild E.M., Geppert W.D., Huber M.S., Jõelegt A., Kriiska A., Kulkov A., Paavel K., Pirkovic I., Plado J., Steier P., Välja R., Wilk J., Wisniowski T., Zanetti M. Dating a small impact crater: An age of Kaali crater (Estonia) based on charcoaleplaced within proximal ejecta // <i>Meteoritics & Planetary Science</i> . - 2016. - №51. - C. 681-695.
158.	Ludikova A.V., Shatalova A.E., Subetto D.A., Kublitskiy Yu.A., Rosentau A. and Hang T. Diatom-inferred palaeolimnological changes in a small lake in the context of the Holocene Baltic Sea transgressions: a case study of Lake Goluboye, Karelian Isthmus (NW Russia) // <i>The 5th International</i>

	Conference “Ecosystem dynamics in the Holocene”. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 438, 2020. - P. 012014.
159.	Lunkka J-P., Putkinen N., Miettinen A. Shoreline displacement in the Belomorsk area, NW Russia during the Younger Dryas Stadial // <i>Quaternary Science Reviews</i> . - 2012. - №37. - C. 26-37.
160.	Meyer H., Kostrova S.S., Meister P., Lenz M.M., Kuhn G., Nazarova L., Syrykh L.S., Dvornikov Y. Lacustrine diatom oxygen isotopes as palaeo precipitation proxy – Holocene environmental and snowmelt variations recorded at Lake Bolshoye Shchuchye, Polar Urals, Russia // <i>Quaternary Science Reviews</i> . – 2022. – V.290. – P. 107620.
161.	Mroczkowska A, Pawłowski D, Gauthier E, Mazurkevich A, Luoto TP, Peyron O, Kotrys B, Brooks SJ, Nazarova LB, Syrykh L, Dolbunova EV, Thiebaut E, Płóciennik M, Antczak-Orlewska O, Kittel P. Middle Holocene Climate Oscillations Recorded in the Western Dvina Lakeland // <i>Water</i> . – 2021. – №13(11). – P. 1611.
162.	Nazarova L, Syrykh L.S., Mayfield R.J., Frolova L.A., Ibragimova A.G., Grekov I.M., Subetto D.A. Palaeoecological and palaeoclimatic conditions on the Karelian Isthmus (northwestern Russia) during the Holocene // <i>Quaternary Research</i> . – 2020. – №95. – P. 65-83.
163.	Nazarova L., Self A., Brooks S.J., van Hardenbroek M., Herzschuh U., Diekmann B. Northern Russian chironomid-based modern summer temperature data set and inference models // <i>Global Planetary Change</i> . – 2015a. – Vol. 134. – P.10-25.
164.	Nazarova L., Syrykh L. S., Mayfield R. J., Frolova L. A., Ibragimova A. G., Grekov I. M., Subetto D. A. Palaeoecological and palaeoclimatic conditions on the Karelian Isthmus (northwestern Russia) during the Holocene. <i>Quaternary Research</i> 95, 2020. P. 65–83.
165.	Nazarova L., Syrykh L., Grekov I., Sapelko T., Krashenninnikov A.B., Solovieva N Chironomid-Based Modern Summer Temperature Data Set and Inference Model for the Northwest European Part of Russia // <i>Water</i> . – 2023. – №15. – P. 976.
166.	Nazarova L.B., Frolova L.A., Palagushkina O.V., Rudaya N.A., Syrykh L.S., Grekov I.M., Solovieva N. & Loskutova O.A. Recent shift in biological communities: A case study from the Eastern European Russian Arctic (Boľ shezemelskaya Tundra) // <i>Polar Biology</i> . – 2021. – №44. – P. 1107-1125.
167.	Nazarova L.B., Sapelko T.V., Kuznetsov D.D., Syrykh L.S. Palaeoecological and Palaeoclimatical Reconstructions of Holocene According Chironomid Analysis of Lake Glubokoye Sediments // <i>Doklady Biological Sciences</i> . – 2015b. – Vol. 460. – P. 57-60.
168.	Nazarova L.B., Self A.E., Brooks S.J., Solovieva N., Syrykh L.S., Dauvalter V.A. Chironomid Fauna of the Lakes from the Pechora River Basin (East of European part of Russian Arctic): Ecology and Reconstruction of Recent Ecological Changes in the Region // <i>Contemporary Problems of Ecology</i> . – 2017. – Vol. 10. – P.350-362.
169.	Novik A., Punning J.-M., Zernitskaya V. The development of Belarusian lakes during the Late Glacial and Holocene // <i>Estonian Journal of Earth Sciences</i> . - 2010. - №59. - P. 63-79.
170.	Olyunina O.S., Polyakova E.I., Romanenko F.A. Diatom assemblages from Holocene sediments of the Kola Peninsula // <i>Doklady Earth Sciences</i> . - 2008. - №423. - P. 1343-1347.
171.	Palagushkina O., Nazarova L., Frolova L. Trends in development of diatom flora from sub-recent lake sediments of the Lake Bolshoy Kharbey (Bolshezemelskaya tundra, Russia) // <i>Biological Communications</i> . - 2020. - №64(4). - P. 244-251.
172.	Płóciennik M., Mroczkowska A., Pawłowski D., Wieckowska-Lüth M., Kurzawska A., Rządziejewicz M., Okupny D., Szymańda J., Mazurkevich A., Dolbunova E., Luoto T.P., Kotrys B., Nazarova L., Syrykh L., Krąpiec M., Kittel P. Summer temperature drives the lake ecosystem during the Late Weichselian and Holocene in Eastern Europe: A case study from East European Plain // <i>CATENA</i> . 2022. - P. 106206.
173.	Raukas A. Pirrus R., Rajamae R., Tiirmaa, R. On the age of the meteorite craters at Kaali (Saaremaa Island, Estonia) // <i>Proceedings of Estonian Academy of Sciences, Geology</i> . - 1995. - №44. - P. 177-183.
174.	Razumovskii L.V. Reconstruction of temperature cycles and succession changes by diatomic complexes from bottom sediments: Case study of Lake Galichskoe // <i>Water Resour</i> . - 2008. - №35. - P. 570-582.
175.	Repkina T. Yu., Kublitsky Yu. A., Leontiev P. A. et al. Lakes of the Letniy coastal line of the White Sea: mechanisms and chronology of isolation // <i>Collective monograph on the materials of the annual all-Russian with international participation scientific and practical conference LXXII Herzen readings, vol. 1, publishing house of the Herzen state pedagogical University</i> . - SPb: A. I. Herzen, 2019. - C. 337-341.

176.	Romanenko F.A., Shilova O.S. The postglacial uplift of the Karelian Coast of the White Sea according to radiocarbon and diatom analyses of lacustrine-boggy deposits of Kindo Peninsula // <i>Doklady Earth Sciences</i> . - 2012. - №442. - P. 242-246.
177.	Ryazantsev P., Rodionov A., Subetto D. Waterborne GPR mapping of stratigraphic boundaries and turbidite sediments beneath the bottom of Lake Polevskoye, Karelia, NW Russia // <i>Journal of Paleolimnology</i> . - 2021. - №66. - P. 261-277.
178.	Saarnisto M. Late Holocene land uplift/neotectonics on the island of Valamo (Valaam), Lake Ladoga, NW Russia // <i>Quaternary International</i> . - 2012. - №260. - P. 143-152.
179.	Saarnisto M., Grönlund T. Shoreline displacement of Lake Ladoga — new data from Kilpolansaari // <i>The First International Lake Ladoga Symposium. Developments in Hydrobiology</i> . - 1996. - №113. - P. 205-215.
180.	Saarnisto M., Saarinen T. Deglaciation chronology of the Scandinavian Ice Sheet from the lake Onega basin to the Salpausselkya End Moraine // <i>Global and Planetary Changes</i> . - 2001. - №31. - P. 333-405.
181.	Saarse Leili, Vishnevskaya E, Sarv A. Geological development of lakes, Island Saaremaa // <i>Proceedings of the Estonian Academy of Science, Biology</i> . - 1990. - №39(1). - P. 34-45.
182.	Saksa A.I. The Karelian Isthmus: Origins of the natural and human environment // <i>Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia</i> . - 2006. - №2. - P. 35-44.
183.	Salonen J. S., Seppä H., Väliranta M., Jones V.J., Self A., Heikkilä M., Kultti S., Yang H. The Holocene thermal maximum and late-Holocene cooling in the tundra of NE European Russia // <i>Quaternary Research</i> . - 2011. - №75(3). - P. 501-511.
184.	Seitsonen O., Nordqvist K., Gerasimov D. V. Stone Age and Early Metal Period Archaeology and Settlement Patterns in the Lake Pyhäjärvi Micro-Region, Karelian Isthmus, Russia // <i>New Sites, New Methods: Proceedings of the Finnish-Russian Archaeological Symposium</i> . - Helsinki: The Finnish Antiquarian Society, 2016. - P. 116-142.
185.	Seppä H., Birks H. J. B., Giesecke T., Hammarlund D., Alenius T., Antonsson K., Bjune A. E., Heikkilä M., MacDonald G. M., Ojala A. E. K., Telford R. J., and Veski S. Spatial structure of the 8200 cal yr BP event in northern Europe // <i>Clim. Past</i> . - 2007. - №3. - P. 225-236.
186.	Shatalova A.E., Kublitsky U.A., Subetto D.A., Rosentau A., Ludikova A.V. , Sokolova N.V., Syrykh L.S. Level changes of the Baltic Sea in the Holocene based on the study of lakes bottom sediments of the Karelian Isthmus // <i>Limnology and Freshwater Biology</i> . - 2020. - №4. - P. 465-466.
187.	Shelekhova T.S., Lavrova N.B. Environmental dynamics and evolution of Lake Muannonjärvi, southwestern Karelia (based on micropaleontological data) // <i>Kazan Golovkinsky Young Scientists' Stratigraphic Meeting, 2020 "Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources"</i> (Oktober 26-30,2020). - Kazan: Kazan University Press, 2020. - P. 67.
188.	Shilova O.S., Leontiev P.A., Vakhrameeva E.A., Losyuk G.N., Grigoriev V.A., Krasnova E.D., Repkina T.Yu., Kublitskiy U.A. From the lagoon to the meromictic lake: a case study of lake-bottom sediments of Lake Kislo-Sladkoe (the Karelian Coast of White Sea, Russia) // <i>Limnology and Freshwater Biology</i> . - 2020. - №4. - P. 490-491.
189.	Shuliya K., Luyanas V., Kibilda Z., Banys J., Genutiene I. Stratigraphy and chronology of the deposits in hollow of Bebrukas Lake // <i>Trudy Inst. Geologii (Vilnius)</i> . - 1967. - №5. - P. 231-238.
190.	Strakhovenko V, Subetto D, Hang T, Ovdina E, Danilenko I, Belkina N, Potakhin M, Zobkov M, Gurbich V Mineral and geochemical composition of the Onega ice lake sediments // <i>Baltica</i> . - 2018. - №31(2). - P. 165-172.
191.	Subetto D.A. Stolba V., Sapelko T., Gerasimenko N., Bakhmutov V., Kuznetsov D. Paleolimnological studies on the Crimean Peninsula, Northern Black Sea, first results // <i>Proceedings of the International Geological Congress, August 6-14th</i> . - Oslo: CD-Disk HPQ-02 Black Sea-Mediterranean Corridor during last 30ky: Sea level changes and human adaptation, 2008.
192.	Subetto D.A., Sapelko T.V., Kuznetsov D.D., Ludikova A.V., Gerasimenko N., Stolba V., Bakhmutov V. Paleolimnological and geochronological studies of salt lakes of Crimea, the Black Sea area // <i>Geophysical Research Abstracts Vol.11</i> . - Vienna: EGU2009-9112, 2009. - P. 188-190.
193.	Syrykh L., Nazarova L., Frolova L., Grekov I., Ibragimova A., Subetto D. Development of the lake ecosystem, palaeoclimate and palaeoenvironment on the Kola Peninsula (NW Russia) as reconstructed

	from sediment record of the Lake Antyukh-Lambina // Proceedings 33rd SIL Congress. - Torino: 2016. - P. 378.
194.	Syrykh L., Nazarova L., Kublitskiy Y., Druzhinina O., Subetto D., Stančikaitė M., Vaikutienė G., Kulkova M. Palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes at the late Pleistocene-Holocene transition in the SE Baltic region (Kaliningrad district, Russia) // Proceedings Intetrational Scientific Conference and School for Young Scientists. INQUA Peribaltic group meeting and excursion, Lateglacial-Interglacial transicion: glaciotectionic, seismoactivity, catastrophic hydrographic and landscape changes. - Petrozavodsk: KarRC RAS, 2018. - P. 119-120.
195.	Syrykh, L., Subetto, D. The Database PaleoLake in modern palaeogeographical studies // Paleolimnology of Northern Eurasia: experience, methodology, current status and young scientists school in microscopy skills in paleolimnology: Proceedings of the 3rd International Conference. - Kazan: Publishing House of Kazan University, 2018. - P. 125-126.
196.	Tarasov P.E., Pushenko M.Y., Harrison S.P., Saarse L., Andreev A.A., Aleshinskaya Z.V., Davydova N.N., Dorofeyuk N.I., Efremov Y.V., Elina G.A., Elovicheva Y.K., Filimonova L.V., Gunova V.S., Khomutova V.I., Kvavadze E.V., Neustreuva I.Y., Pisareva V.V., Sevastyanov D.V., Shelekhova T.S., Subetto D.A. et al. Lake status records from the former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the second version of the database. NOAA Paleoclimatology Publications Series Report // NOAA. - 1996. - №5. - C. 224.
197.	Tarasov P.E., Pushenko V.Ya, Harrison S.P., ... Subetto D.A. et al. Lake Status Record from the Former Soviet Union and Mongolia: Documentation of the Second Version of the Database Second version // Publ. Ser. Report . - 1996. - №5. - C. 224.
198.	Tarasov P.E., Savelieva L.A., Kobe F., Korotkevich B.S., Long T., Kostromina N. A., Leipe Ch. Lateglacial and Holocene changes in vegetation and human subsistence around Lake Zhizhitskoye, East European midlatitudes, derived from radiocarbon-dated pollen and archaeological records // Quaternary International. – 2022. – Vol. 623. – P. 184-197.
199.	Übner, M., Treuman, M., Viitak, A. et al. Properties of humic substances from the baltic sea and lake ermistu mud // Journal of Soils and Sediments. - 2004. - №4. - C. 24-29.
200.	Väliranta M. Plant macrofossil evidence of changes in aquatic and terrestrial environments in north-eastern European Russia and Finnish Lapland since late Weichselian. - Helsinki: Yliopistopaino, 2005. - 37 c.
201.	Velichko A.A., Kremenetsky K.V., Negendank J.F., Mingram J., Borisova O. K., Gribchenko Y.N., Zelikson E.M., Klimanov V.A., Novenko E.Y., Pirumovy L.G., Pisarevy V.V., Razumovsky L.V., Timireva S.N. Late Quaternary paleogeography of the North-East of Europe based on the complex study of the Galich Lake sediments // Izvestija Rossijskoj Akademii Nauk: Serija geograficeskaja. - 2001. - №3. – P. 42-54.
202.	Veski, S., Heinsalu, A., Lang, V. et al. The age of the Kaali meteorite craters and the effect of the impact on the environment and man: evidence from inside the Kaali craters, island of Saaremaa, Estonia // Vegetation History and Archaeobotany. - 2004. - №13. - P. 197-206.
203.	Wohlfarth B, Schwark L, Bennike O, et al. Unstable early-Holocene climatic and environmental conditions in northwestern Russia derived from a multidisciplinary study of a lake-sediment sequence from Pichozero, southeastern Russian Karelia // Holocene. - 2004. - №14(5). - P. 732-746.
204.	Wohlfarth B., Lacourse T., Bennike O., Subetto D., Tarasov P., Demidov I., Filimonova L., Sapelko T. Climatic and environmental changes in north-western Russia between 15,000 and 8000 cal yr BP: a review // Quaternary Science Reviews. - 2007. - №26(13). - P. 1871-1883.
205.	Wohlfarth B., Tarasov P., Bennike O., Lacourse T., Subetto D., Torssander P., Romanenko F. Late Glacial and Holocene Palaeoenvironmental Changes in the Rostov-Yaroslavl' Area, West Central Russia // Journal of Paleolimnology. - 2006. - №35. - C. 543-569.

Рис. П2.1. Дендрограмма кластерного анализа



Результаты анализа поверхностных проб донных отложений Европейской части России

В рамках реализации диссертационного исследования были проанализированы 64 поверхностные пробы озёр Европейской части России, а также их некоторые современные экологические параметры (Рис.1., Табл. 1-2). В каждой пробе отобрано 54-103 головные капсулы хирономид. Общая сумма обнаруженных головных капсул составила 4434.

В исследованных озерах наиболее часто встречаются таксоны, которые относятся к широко распространенным в субфоссильных сообществах хирономид Российского Севера: *Corynocera ambigua*, *Microtendipes pedellus*-type, *Psectrocladius sordidellus*-type, *Tanytarsus pallidicornis*-type, *Zalutschia zalutschicola*-type, *Procladius*, *Psectrocladius septentrionalis*-type. Кроме того, часто встречаются *Cladotanytarsus mancus*-type, *Dicrotendipes nervosus*-type, *Pagastiella*, *Sergentia coracina*-type, *Tanytarsus glabrescens*-type.

В целом фауна представлена литоральными фитофильными таксонами мезо- или эвтрофных водоемов, предпочитающими более теплые условия *Tanytarsus pallidicornis*-type, *Corynocera ambigua*, *Cladotanytarsus mancus*-type, *Endochironomus albipennis*-type. Отдельно выделяются озёра, в которых сообщества хирономид представлены толерантными к закислению вод таксонами *Zalutschia zalutschicola*, *Psectrocladius septentrionalis*-type, *Psectrocladius sordidellus*-type, и типично литоральными и мелководными таксонами *Corynoneura arctica*-type, *Limnophyes* – *Pagastiella*, *Paralimnophyes*.

Взаимосвязь распространения хирономид и экологических факторов оценивалось с помощью анализа ССА (ter Braak, 1990). Данный анализ с участием всех экологических параметров показал, что такие характеристики и показатели, как широта, долгота и глубина водоема, средние температуры

июля, годовое количество осадков (ГКО), индекс континентальности коррелировали между собой. Однако наиболее значимым экологическим параметром, влияющим на распределение хирономидных сообществ, является средняя июльская температура воздуха (Рис 2).

Таблица ПЗ.1.

Статистические показатели основных климатических и лимнологических характеристик исследованных озер.

Показатель	Широта	Долгота	Глубина озера, м	Осадки, мм/месяц	Средняя температура июля, °С	Влажность
Максимум	63,55	35,28	24	66,81	16,7	79
Минимум	61,62	30,41	3,1	60,5	15,4	72
Среднее	62,35	33,19	9,01	63,48	16,11	72,92
Медиана	62,33	33,28	5,9	63,42	16,1	72
Стандартное отклонение	0,6	1,8	7,08	2,44	0,44	1,89

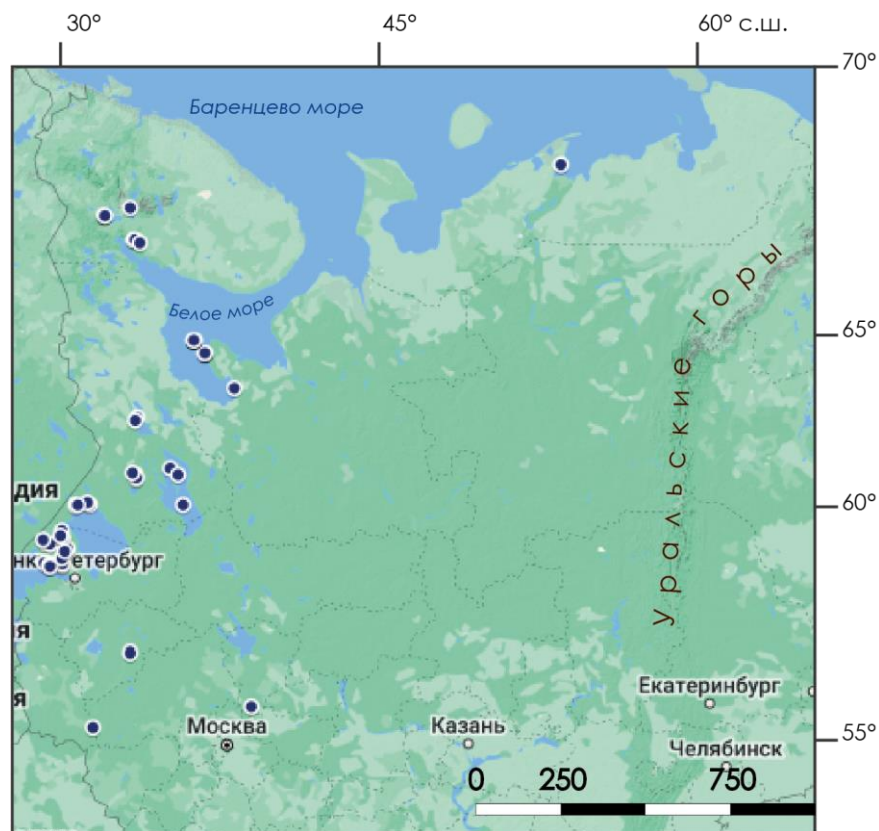


Рис. ПЗ.1. Озера, в которых были исследованы поверхностные пробы для хирономидного анализа

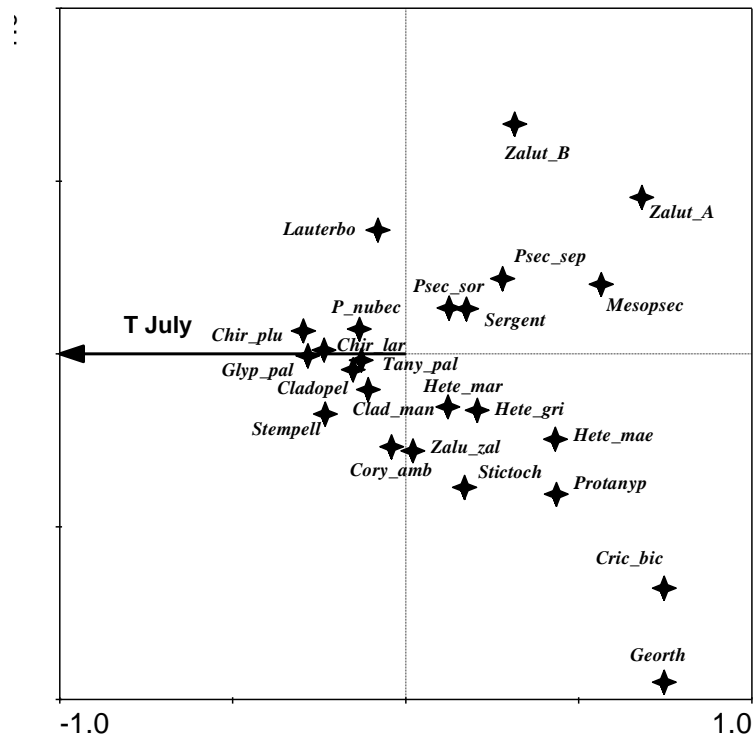


Рис П3.2. ССА диаграмма взаимосвязи распространения основных таксонов хирономид в исследованных озерах и ведущих экологических факторов.

Таблица ПЗ.2.

Общая характеристика озер. ГКО – годовое количество осадков, Т Июля, °С – средние температуры воздуха июля, Т Января, °С – средние температуры воздуха января [New et al., 2002], CI – коэффициент континентальности Горчинского для каждого из озер рассчитан по формуле, в модификации Гризера с соавторами

Наименование озера	Широта, °с.ш.	Долгота, ° в.д.	Регион	глубина, м	площадь, га	высота над уровнем моря, м	ГКО, мм	Т Июля, °С	Т Января, °С	CI	Природная зона
Петровское	60,83	28,85	Карельский перешеек	3,80	60,8	10,00	639,28	17,10	-9,20	30,80	тайга
Смирновское	60,75	28,98	Карельский перешеек	4,00	140	3	645,34	17,10	-9,00	30,46	тайга
Макаровское	60,73	29,18	Карельский перешеек	5,50	520	11	639,65	17,10	-9,10	30,66	тайга
Берестовое	60,63	30,01	Карельский перешеек	15,70	29,9	45	603,37	17,10	-9,30	31,10	тайга
Мичуринское	60,56	29,88	Карельский перешеек	7,10	580	94	620,99	16,9	-9,30	30,74	тайга
Медведевское	60,53	29,90	Карельский перешеек	4,90	44	102,2	620,99	16,9	-9,30	30,76	тайга
Лопата	60,88	29,80	Карельский перешеек	8,00	105,8	9	599,04	17,2	-9,20	30,97	тайга
Шушенское	61,04	29,74	Карельский перешеек	4,70	81,8	12	589,91	17,2	-9,40	31,28	тайга
Студеное	60,93	29,68	Карельский перешеек	8,20	1,58	30	589,91	17,2	-9,40	31,34	тайга
Затишье	60,31	29,79	Карельский перешеек	4,80	6,65	83	620,29	17,2	-8,80	30,48	тайга
Черновское	60,40	29,76	Карельский перешеек	5,70	60	77	620,29	17,2	-8,80	30,43	тайга
Малая Ладога	60,27	29,66	Карельский перешеек	2,05	23	39	620,29	17,2	-8,80	30,50	тайга
Дружинное	60,23	29,76	Карельский перешеек	8,60	4,5	63	620,29	17,2	-8,80	30,52	тайга

Длинное	60,27	29,78	Карельский перешеек	3,50	73	55	620,29	17,2	-8,80	30,50	тайга
Комонь	60,20	29,16	Карельский перешеек	7,85	12,2	80	620,29	17	-8,80	30,15	тайга
Зеркальное	60,24	29,14	Карельский перешеек	6,00	350	49	638,28	17	-8,80	30,13	тайга
Блесна	60,20	29,18	Карельский перешеек	9,50	15,88	79	638,28	17,1	-8,90	30,53	тайга
Красногвардейское	60,27	29,24	Карельский перешеек	4,00	1066,81	29	638,28	17,1	-8,90	30,50	тайга
Подгорное	60,27	29,27	Карельский перешеек	3,90	411	29	638,28	17,10	-8,90	30,50	тайга
Сенновское	60,27	29,11	Карельский перешеек	3,00	140,29	48	642,25	17,00	-8,80	30,11	тайга
Высокинское	60,29	28,90	Карельский перешеек	7,20	915,15	10	637,75	17,10	-8,60	29,90	тайга
133,4 (Безымянное)	67,53	31,75	Кольский полуостров	2,10	87,37	139	513,55	13,20	-14,40	30,37	тундра
136,4 (Безымянное)	67,53	31,75	Кольский полуостров	5,80	62,4	136	513,55	13,20	-14,40	30,37	тундра
145,6 (Безымянное)	67,53	31,80	Кольский полуостров	17,20	21,6	145	513,55	13,20	-14,40	30,38	тундра
Мунмаш	67,53	31,80	Кольский полуостров	1,90	34,81	139	513,55	13,20	-14,40	30,38	тундра
Конюховское	64,88	36,58	Онежский полуостров	4,00	33,65	20	406,85	15,10	-12,40	31,23	тайга
Каменное	64,88	36,58	Онежский полуостров	3,00	14,47	26	406,85	15,10	-12,40	31,23	тайга
Среднее	64,89	36,56	Онежский полуостров	3,80	1,89	21	406,85	15,10	-12,40	31,23	тайга
Черное	64,88	36,55	Онежский полуостров	2,00	1,94	21	406,85	15,10	-12,40	31,23	тайга
Безымянное	64,89	36,56	Онежский полуостров	4,80	3,6	19	406,85	15,10	-12,40	31,23	тайга
Пертозеро	64,16	37,96	Онежский полуостров	2,30	14,43	16		16,00	-13,50	35,32	тайга
Каменное Зе	65,14	36,03	о. Анзер, Соловецкий арх.	4,00	1,84	20		14,60	-12,10	29,62	тайга

Безымянное (Надбанное)	65,15	36,03	о. Анзер, Соловецкий арх.	4,22	0,47	23		14,60	-12,10	29,62	тайга
Безымянное	65,15	36,05	о. Анзер, Соловецкий арх.	3,00	0,52	18		14,60	-12,10	29,62	тайга
Большое Елизаровское	65,15	36,02	о. Анзер, Соловецкий арх.	8,00	39	19		14,60	-12,10	29,62	тайга
Капорское	65,14	36,08	о. Анзер, Соловецкий арх.	7,00	35,52	3		14,60	-12,10	29,62	тайга
Малое Елизаровское	65,15	36,03	о. Анзер, Соловецкий арх.	8,00	5,63	19		14,60	-12,10	29,62	тайга
Голгофское	65,14	36,06	о. Анзер, Соловецкий арх.	4,00	45,35	11		14,60	-12,10	29,62	тайга
Безымянное (KOL-1)	67,09	33,23	Кольский полуостров	4,00	1	70	534,67	13,50	-13,50	29,43	лесотундра
Безымянное (KOL-4)	67,03	33,47	Кольский полуостров	5,20	1,3	63	517,65	13,90	-13,00	29,27	лесотундра
Антюх-Ламбина	67,07	33,31	Кольский полуостров	4,00	21,66	59	540,26	13,50	-13,60	29,62	лесотундра
Мокры-Ламбина	67,09	33,16	Кольский полуостров	3,20	13,36	64	534,67	13,50	-13,50	29,43	лесотундра
Вендюрское	62,22	33,28	Заонежье	11,00	1009	143	565,75	16,00	-11,80	33,02	тайга
Рапсуд	62,25	33,30	Вохтозерская взв	4,45	91	155	559,58	15,80	-12,10	33,19	тайга
Х-ярви	62,33	33,24	Вохтозерская взв	4,00	9	179	559,58	15,80	-12,10	33,16	тайга
Сяргозеро	62,45	34,91	Вохтозерская взв	4,50	65,14	55,00	551,01	16,10	-12,00	33,48	тайга
Палозеро	62,35	35,12	Заонежье	15,00	26,51	135,00	561,66	16,30	-11,90	33,72	тайга
Торосярви	63,49	33,24	Зап.Карельская взв	6,70	59,54	121,00	499,69	15,50	-12,50	32,79	тайга
Южное Хаугилампи	63,55	33,33	Зап.Карельская взв	11,00	27,37	160	494,61	15,40	-12,50	32,57	тайга
Питкаярви	61,62	30,41	Приладожье	4,20	172,27	23,00	563,15	16,70	-10,40	31,96	тайга
Куоккаярви	61,65	30,41	Приладожье	3,00	286,36	21,00	563,15	16,70	-10,40	31,95	тайга

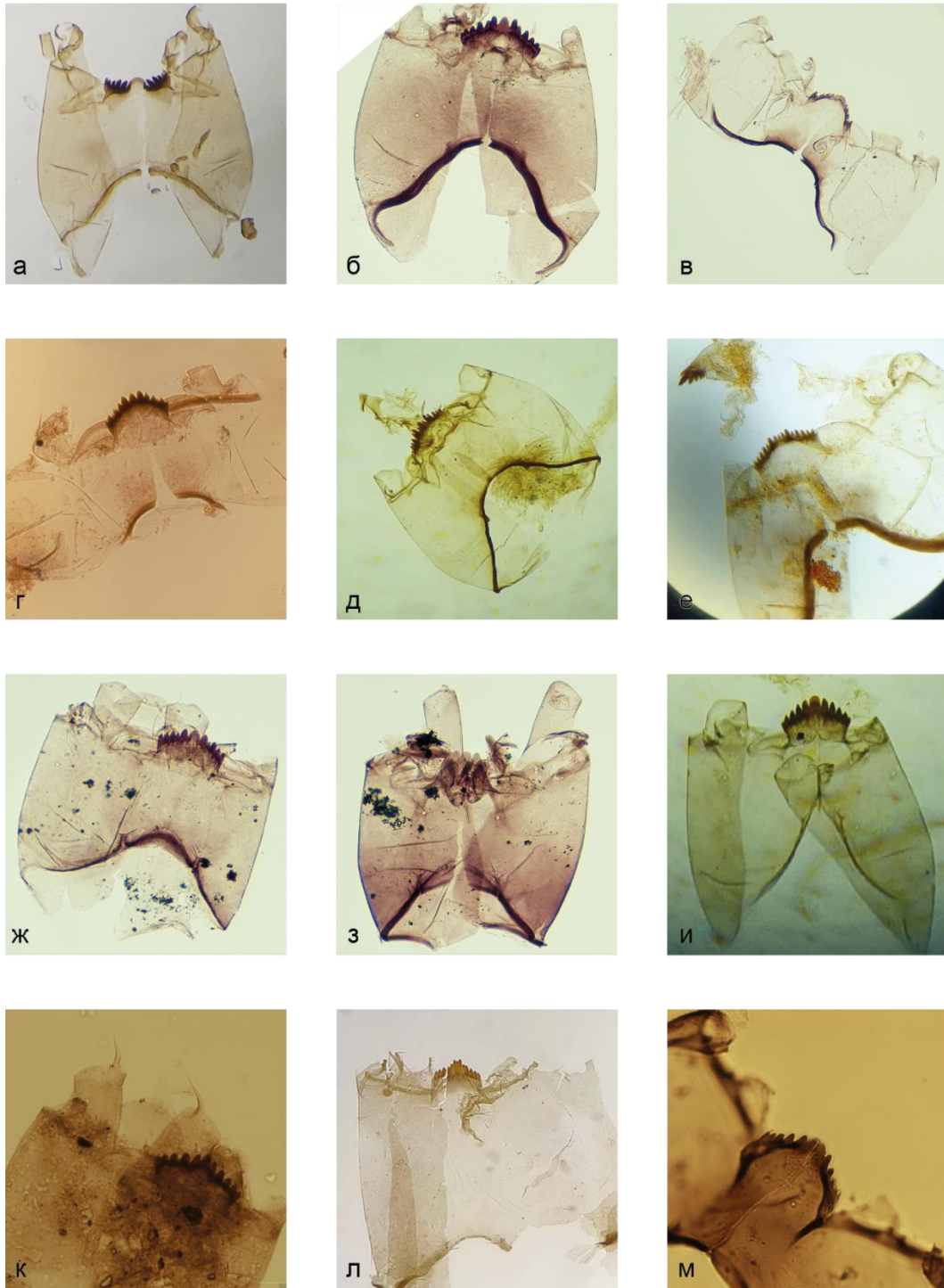


Рис. П4.1. Таксоны хирономид (*Chironomidae*; Insecta: Diptera) редкие (а и к) и наиболее часто встречающиеся (б-и, л-м) в озерах ВЕР: подсемейство *Chironominae* триба *Chironomini*: а – *Cryptochironomus*, б – *Dicrotendipes nervosus*-type, в – *Cladopelma lateralis*, г – *Glyptotendipes pallens*-type, д – *Chironomus anthracinus*-type, е – *Sergentia coracina*-type; триба *Tanytarsini*: ж – *Cladotanytarsus mancus*-type, з – *Corynocera ambigua*; и – *Paratanytarsus*; к – *Tanytarsus chinyensis*-type; подсемейства *Orthocladiinae*: л – *Corynoneura arctica*-type; м – *Heterotrissocladius marcidus*-тип

Список основных публикаций диссертанта:

1. **Syrykh, L.**, Subetto, D. & Nazarova, L. Paleolimnological studies on the East European Plain and nearby regions: the PaleoLake Database. *J Paleolimnol* 65, 369–375 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10933-020-00172-8>;
2. **Syrykh L.S.**, Nazarova L.B., Herzs Schuh U., Subetto D.A., Grekov I.M. 2017. Reconstruction of Palaeoecological and Palaeoclimatic Conditions of the Holocene in the South of the Taimyr according to an Analysis of Lake Sediments // *Contemporary Problems of Ecology*, Vol. 10, No. 4, P. 363–369. DOI: 10.1134/S1995425517040114;
3. Nazarova, L.; **Syrykh, L.**; Grekov, I.; Sapelko, T.; Krashenninikov, A.B.; Solovieva, N. Chironomid-Based Modern Summer Temperature Data Set and Inference Model for the Northwest European Part of Russia. *Water* 2023, 15, 976. <https://doi.org/10.3390/w15050976>
4. Andreev A.A, Nazarova L.B., Lenz M.M., Böhmer T., **Syrykh L.**, Wagner B., Melles M., Pestryakova L.A., Herzs Schuh U. Late Quaternary paleoenvironmental reconstructions from sediments of Lake Emanda (Verkhoyansk Mountains, East Siberia). *Journal of Quaternary Science*, 2022. Vol.37, Is. 5. P. 884-899 DOI: 10.1002/jqs.3419
5. Krivonogov S.K., Zhdanova A.N., Solotchin P.A., Kazansky A.Y., Chegis V.V., Liu Z., Song M., Zhilich S.V., Cao X., Palagushkina O.V., Nazarova L.B., **Syrykh L.S.** The Holocene environmental changes revealed from the sediments of the Yarkov sub-basin of Lake Chany, south-western Siberia. *Geoscience Frontiers* 14 (2023) 101518. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2022.101518>
6. Pfalz, G., Diekmann, B., Freytag, J.-C., **Syrykh, L.**, Subetto, D. A., and Biskaborn, B. K. Improving age–depth relationships by using the LANDO (“Linked age and depth modelling”) model ensemble. *Geochronology*, 2022, Vol. 4, P. 269–295, <https://doi.org/10.5194/gchron-4-269-2022>.
7. Lenz M.M., Andreev A., Nazarova L., **Syrykh L.S.**, Scheidt S., Hafli dason H., Meyer H., Brill D., Wagner B., Gromig R., Lenz M., Rolf C., Kuhn G., Fedorov G., Svendsen J.I., Melles M. Climate, glacial and vegetation history of the polar Ural Mountains since c. 27 cal ka bp, inferred from a 54 m long sediment core from Lake Bolshoye Shchuchye. *Journal of Quaternary Science*. Vol.37, Iss. 5. 2022. P. 818-835. <https://doi.org/10.1002/jqs.3400>
8. Meyer H., Kostrova S.S., Meister P., Lenz M.M, Kuhn G., Nazarova L., **Syrykh L.S.**, Dvornikov Y. Lacustrine diatom oxygen isotopes as palaeo precipitation proxy - Holocene environmental and snowmelt variations recorded at Lake Bolshoye Shchuchye, Polar Urals, Russia. *Quaternary Science Reviews*. Vol. 290, 2022, P. 107620. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2022.107620>

9. Płóciennik M., Mroczkowska A., Pawłowski D., Wieckowska-Lüth M., Kurzawska A., Rzodkiewicz M., Okupny D., Szmańda J., Mazurkevich A., Dolbunova E., Luoto T.P., Kotrys B., Nazarova L., Syrykh L., Krapiec M., Kittel P. Summer temperature drives the lake ecosystem during the Late Weichselian and Holocene in Eastern Europe: A case study from East European Plain. *CATENA*, Vol. 214, 2022, P. 106206. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106206>
10. Biskaborn BK, Nazarova L, Kröger T, Pestryakova LA, **Syrykh L**, Pfalz G, Herzs Schuh U and Diekmann B. 2021. Late Quaternary Climate Reconstruction and Lead-Lag Relationships of Biotic and Sediment-Geochemical Indicators at Lake Bolshoe Toko, Siberia. *Front. Earth Sci.* 9:737353. doi: 10.3389/feart.2021.737353;
11. Mroczkowska A, Pawłowski D, Gauthier E, Mazurkevich A, Luoto TP, Peyron O, Kotrys B, Brooks SJ, Nazarova LB, **Syrykh L**, Dolbunova EV, Thiebaut E, Płóciennik M, Antczak-Orlewska O, Kittel P. Middle Holocene Climate Oscillations Recorded in the Western Dvina Lakeland. *Water*. 2021; 13(11):1611. <https://doi.org/10.3390/w13111611>;
12. Nazarova, L.B., Frolova, L.A., Palagushkina, O.V., Rudaya N.A., **Syrykh L.S.**, Grekov I.M., Solovieva N. & Loskutova O.A. Recent shift in biological communities: A case study from the Eastern European Russian Arctic (Bol'shezemelskaya Tundra). *Polar Biol* 44, 1107–1125 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00300-021-02876-7>;
13. Nazarova, L., Sachse, D., Fuchs, H.G.E., Dirksen, V., Dirksen, O., **Syrykh, L.**, Razjigaeva, N.G., Rach, O. and Diekmann, B. (2021), Holocene evolution of a proglacial lake in southern Kamchatka, Russian Far East. *Boreas*. <https://doi.org/10.1111/bor.12554>;
14. Rudaya, N., Nazarova, L., Frolova, L., Palagushkina, O., Soenov, V., Cao, X., **Syrykh, L.**, Grekov, I., Otgonbayar, D., & Bayarkhuu, B. (2021). The link between climate change and biodiversity of lacustrine inhabitants and terrestrial plant communities of the Uvs Nuur Basin (Mongolia) during the last three millennia. *The Holocene*, 31(9), 1443–1458. <https://doi.org/10.1177/09596836211019093>;
15. Wetterich S, Rudaya N, Nazarova L, **Syrykh L**, Pavlova M, Palagushkina O, Kizyakov A, Wolter J, Kuznetsova T, Aksenov A, Stoof-Leichsenring KR, Schirrmeister L and Fritz M (2021) Paleo-Ecology of the Yedoma Ice Complex on Sobo-Sise Island (Eastern Lena Delta, Siberian Arctic). *Front. Earth Sci.* 9:681511. doi: 10.3389/feart.2021.681511;
16. Druzhinina O., Kublitskiy Yu., Stančikaitė M., Nazarova L., **Syrykh L.**, Gedminienė L., Uogintas D., Skipityte R., Arslanov Kh., Vaikutienė G., Kulkova M., Subetto D. 2020. The Late Pleistocene–Early Holocene palaeoenvironmental evolution in the SE Baltic region: a new approach based on chironomid, geochemical and isotopic data from Kamyshovoye Lake, Russia. *Boreas*, 49(3), P. 544-561. <https://doi.org/10.1111/bor.12438>;

17. Kaufman, D., McKay, N., Routson, C., Erb, M., Davis, B., Heiri, O., Jaccard, S., Tierney, J., Dätwyler, C., Axford, Y., Brussel, T., Cartapanis, O., Chase, B., Dawson, A., de Vernal, A., Engels, S., Jonkers, L., Marsicek, J., Moffa-Sánchez, P., Morrill, C., Orsi, A., Rehfeld, K., Saunders, K., Sommer, P., Thomas, E., Tonello, M., Tóth, M., Vachula, R., Andreev, A., Bertrand, S., Biskaborn, B., Bringué, M., Brooks, S., Caniupán, M., Chevalier, M., Cwynar, L., Emile-Geay, J., Fegyveresi, J., Feurdean, A., Finsinger, W., Fortin, M., Foster, L., Fox, M., Gajewski, K., Grosjean, M., Hausmann, S., Heinrichs, M., Holmes, N., Ilyashuk, B., Ilyashuk, E., Juggins, S., Khider, D., Koinig, K., Langdon, P., Larocque-Tobler, I., Li, J., Lotter, A., Luoto, T., Mackay, A., Magyari, E., Malevich, S., Mark, B., Massaferró, J., Montade, V., Nazarova, L., Novenko, E., Pařil, P., Pearson, E., Peros, M., Pienitz, R., Plóciennik, M., Porinchu, D., Potito, A., Rees, A., Reinemann, S., Roberts, S., Rolland, N., Salonen, S., Self, A., Seppä, H., Shala, S., St-Jacques, J., Stenni, B., **Syrykh, L.**, Tarrats, P., Taylor, K., van den Bos, V., Velle, G., Wahl, E., Walker, I., Wilmshurst, J., Zhang, E., Zhilich, S., 2020. A global database of Holocene paleotemperature records. *Sci Data* 7, 115. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0445-3>;
18. Nazarova, L., **Syrykh, L. S.**, Mayfield, R. J., Frolova, L. A., Ibragimova, A. G., Grekov, I. M., Subetto, D. A. 2020. Palaeoecological and palaeoclimatic conditions on the Karelian Isthmus (northwestern Russia) during the Holocene. *Quaternary Research* 95, 65–83. <https://doi.org/10.1017/qua.2019.88>;
19. Biskaborn, B.K., Nazarova, L., Pestryakova, L.A., **Syrykh, L.**, Funck, K., Meyer, H., Chaplignin, B., Vyse, S., Gorodnichev, R., Zakharov, E., Wang, R., Schwamborn, G., Bailey, H.L., Diekmann, B. 2019. Spatial distribution of environmental indicators in surface sediments of Lake Bolshoe Toko, Yakutia, Russia. *Biogeosciences*, Vol. 16, Issue 20, P. 4023-4049. DOI: 10.5194/bg-16-4023-2019;
20. Nazarova, L.B., Razjigaeva, N.G., Diekmann, B., Grebennikova, T.A., Ganzey, L.A., Belyanina, N.I., Arslanov, K.A., Kaistrenko, V.M., Gorbunov, A.O., Kharlamov, A.A., Golovatyuk, L.V., **Syrykh, L.S.**, Subetto, D.A., Lisitsyn, A.P. 2019. Reconstruction of Holocene Environmental Changes in North-Western Pacific in Relation to Paleorecord from Shikotan Island. *Doklady Earth Sciences*, Vol. 486, Issue 1, P. 494-497. DOI: 10.1134/S1028334X19050143;
21. Nazarova L.B., Subetto D.A., **Syrykh L.S.**, Grekov I.M., Leontev P.A. 2018. Reconstructions of Paleoecological and Paleoclimatic Conditions of the Late Pleistocene and Holocene according to the Results of Chironomid Analysis of Sediments from Medvedevskoe Lake (Karelian Isthmus) // *Doklady Earth Sciences*, Vol. 480, No. 5, P. 568–572; <https://doi.org/10.1134/S1028334X18060144>;
22. Wetterich S., Schirrmeister L., Nazarova L., Palagushkina O., Bobrov A., Pogosyan L., Savelieva L., **Syrykh L.**, Matthes H., Fritz M., Frank G., Opel T., Meyer H. 2018. Holocene

- thermokarst and pingo development in the Kolyma Lowland (NE Siberia) // *Permafrost and Periglacial Processes*, Vol. 29, No. 3, P. 182–198. DOI: 10.1002/ppp.1979;
23. Nazarova, L.B., Self, A.E., Brooks, S.J., Solovieva N., **Syrykh L.S.** & Dauvalter V.A. (2017). Chironomid fauna of the lakes from the Pechora river basin (east of European part of Russian Arctic): Ecology and reconstruction of recent ecological changes in the region. *Contemp. Probl. Ecol.* 10, 350–362. <https://doi.org/10.1134/S1995425517040059>,
24. Subetto, D.A., Nazarova, L.B., Pestryakova, L.A., **Syrykh L.S.**, Andronikov A.V., Biskaborn B., Diekmann B., Kuznetsov D.D., Sapelko T.V. & Grekov I.M. (2017) Paleolimnological studies in Russian northern Eurasia: A review. *Contemp. Probl. Ecol.* 10, 327–335. <https://doi.org/10.1134/S1995425517040102>
25. Nazarova L.B., Sapelko T.V., Kuznetsov D.D., **Syrykh L.S.** Palaeoecological and palaeoclimatical reconstructions of Holocene according chironomid analysis of Lake Glubokoye sediments (2015). *Dokl Biol Sci* 460, 57–60. <https://doi.org/10.1134/S0012496615010172>
26. Andronikov A.V., Subetto D.A., Lauretta D.S., Andronikova I.E., Drosenko D.A., Kuznetsov D.D., Sapelko T.V., **Syrykh L.S.** In search for fingerprints of an extraterrestrial event: Trace element characteristics of sediments from the lake Medvedevskoye (Karelian Isthmus, Russia) (2014). *Dokl. Earth Sc.* 457, 819–823. <https://doi.org/10.1134/S1028334X14070022>
27. Кузнецов Д.Д., Лудикова А.В., Субетто Д.А., Леонтьев П.А., Греков И.М., Потахин М.С., Сапелко Т.В., **Сырых Л.С.**, Толстобров Д.С. Хроно- и литостратиграфия озерных отложений острова Анзер (Соловецкие острова) в контексте послеледниковой истории Белого моря. // *Известия РАН. Серия географическая.* Т. 86, № 6, 2022, С. 914-932. DOI: 10.31857/S2587556622060097
28. Леонтьев П.А., Субетто Д.А., Репкина Т.Ю., Лудикова А.В., Кузнецов В.В., Кублицкий Ю.А., Сапелко Т.В., Зарецкая Н.Е., Фирсенкова В.М., Потахин М.С., **Сырых Л.С.**, Толстобров Д.С. Реконструкция относительного перемещения уровня Белого моря в голоцене на северо-западе Онежского полуострова (губа Конюхова, Белое море) на основе палеолимнологических исследований // *Известия РАН. Серия географическая.* Т. 86, № 6, 2022, С. 933-945. DOI: 10.31857/S2587556622060097 (ядро РИНЦ)
29. Назарова Л.Б., Субетто Д.А., **Сырых Л.С.**, Леонтьев П.А., Греков И.М. Реконструкции палеоэкологических и палеоклиматических условий позднего плейстоцена и голоцена по результатам анализа ДО озера Медведовское (Карельский перешеек) // *Доклады Академии наук.* 2018. 480 (5). Стр. 568 – 572. DOI:10.7868/S0869565218050146
30. Назарова Л.Б., Н.Г. Разжигаева, Дикман Б. (Diekmann B.), Гребенникова Т.А., Ганзей Л.А., Белянина Н.И., Арсланов Х.А., Кайстренко В.М., Горбунов А.О., Харламов А.А., Головатюк Л.В., **Сырых Л.С.**, Субетто Д.А., Лисицын А.П. 2019. Реконструкция

экологических условий Голоцена северо-запада Тихоокеанского региона в соотношении с палеоданными острова Шикотан // Доклады Академии наук, том 486, № 2, С. 76-80

31. Сырых Л.С., Назарова Л.Б. Субетто Д.А. 2015. Предварительные данные о развитии климата на территории Карельского перешейка в голоцене по результатам хирономидного и литологического анализов // Труды Карельского научного центра РАН Серия «Лимнология». №5. С.53-59 РИНЦ

32. Сырых Л.С. Седиментогенез как критерий классификации озер Восточно-Европейской равнины и прилегающих территорий // Географический вестник, №3 (66), 2023, Стр. 19–26

Монографии

Субетто Д.А., Греков И.М., Кублицкий Ю.А., **Сырых Л.С.** 2018. Палеолимнологический подход к исследованию ландшафтов // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири (в пяти томах). Том 1. Ландшафты в XXI веке: анализ состояния, основные процессы и концепции исследований /под редакцией академика РАН В.Г. Сычева, Л. Мюллера. – М.: изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» – С. 233-237. ISBN 978-5-9238-0247-4 (Том 1)

Субетто Д.А., **Сырых Л.С.**, Кузнецов Д.Д., Андроников А.В., Греков И.М., Леонтьев П.А., Андроникова И.Е. 2017. Современные палеолимнологические исследования озёр Севера России / Отв. ред. академик РАН А.П. Лисицын. Система Белого моря. Том IV. Процессы осадкообразования, геологии и истории. - Москва: Научный мир. - С. 249-275. ISBN 978-5-91522-194-8 (общ.); ISBN 978-5-91522-447-5 (т.4)

Патенты и свидетельства:

Кублицкий Ю.А., Субетто Д.А., Шаталова А.Е., Соколова Н.В., **Сырых Л.С.**, Лудикова А.В. База данных «Изменение уровня Балтийского моря на территории России в голоцене // Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2020620072, 16.01.20.

Субетто Д.А., **Сырых Л.С.** База палеолимнологических данных "PaleoLake" // Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2014621070. 31.07.14.

Греков И.М., **Сырых Л.С.**, Субетто Д.А. База данных литературы по палеогеографии России и мира «PaleoBook». Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2016621003, 22.07.16.